



**PROYECTO CIRAD-FLHOR/IPGRI PARA LOS FRUTALES
NEOTROPICALES**

**CONSERVACIÓN Y UTILIZACIÓN DE RECURSOS
GENETICOS DE PASIFLORAS**

PROYECTO COLCIENCIAS 1203-12-097-98

**Informe Final
1999-2001**

Compilado por Geo Coppens d'Eeckenbrugge

CONTENIDO

	Páginas
1. Identificación del Proyecto	1
1.1. Título y código del proyecto	1
1.2. Número del contrato que lo respalda	1
1.3. Nombre del investigador principal	1
1.4. Nombre del grupo de investigación	1
1.5. Nombre de la entidad ejecutora	1
1.6. Fecha de presentación del informe	1
2. Sinopsis	2
3. Resumen	4
3.1. Colección y material vegetal	4
3.2. Caracterización y evaluación agromorfológica	4
3.3. Análisis de la diversidad	4
3.3.1. Subgénero <i>Tacsonia</i>	4
3.3.2. Subgénero <i>Passiflora</i>	5
3.4. Caracterización y evaluación de frutos de curuba y caracteres de resistencia	5
4. Informe de resultados	7
4.1. Colección y material vegetal para los estudios	7
4.2. Caracterización y evaluación agromorfológica	8
4.2.1. Subgénero <i>Tacsonia</i>	8
4.2.2. Subgénero <i>Passiflora</i>	8
4.3. Análisis de la diversidad	9
4.3.1. Descripción de una nueva especie en el subgénero <i>Tacsonia</i>	9
4.3.2. Posición taxonómica de la curuba de Castilla	10
4.3.3. Diversidad morfológica en subgénero <i>Tacsonia</i>	10
4.3.4. Diversidad isoenzimática en el subgénero <i>Tacsonia</i>	14
4.3.4.1. Relaciones entre especies de los subgéneros <i>Tacsonia</i> y <i>Manicata</i>	14
4.3.4.2. Diferenciación interespecífica y geográfica entre las tres principales especies	16
4.3.5. Análisis de la diversidad con marcadores AFLP	18
4.3.6. Estudio citogenético	20
4.3.7. Diversidad morfológica en el subgénero <i>Passiflora</i>	25
4.3.8. Variación morfológica en <i>Passiflora edulis</i>	26

4.3.9. Conclusión general y perspectivas sobre los análisis de diversidad	33
4.3.9.1. Subgénero <i>Tacsonia</i>	33
4.3.9.2. Subgénero <i>Passiflora</i>	34
4.4. Caracterización y evaluación de frutos y caracteres de resistencia	35
4.5. Referencias bibliográficas	41
4.6. Formación de jóvenes investigadores	43
4.7. Difusión de los resultados	44
4.7.1. Publicaciones	44
4.7.2. Comunicaciones en congresos	44
4.7.3. Folletos divulgativos	45
5. Impactos	46
6. Informe financieros	46

Anexos

- Anexo 1. Descriptores para *Passifloras* subgénero *Tacsonia*
- Anexo 2. Publicaciones y comunicaciones
- Anexo 3. Material de divulgación para los agricultores del valle de Tenerife
- Anexo 4. Informe financiero

1. Identificación del proyecto

1.1. Título y código del proyecto:

Conservación y utilización de recursos genéticos de pasifloras

Proyecto COLCIENCIAS 1203-12-097-98

1.2. Número del contrato que lo respalda: RC 384-98

1.3. Nombre del investigador principal: Geo Coppens d'Eeckenbrugge

1.4. Nombre del grupo de investigación:

Grupo investigativo

- Geo Coppens d'Eeckenbrugge, I.A., PhD., investigador principal.
- Victoria Eugenia Barney, I.A., investigadora (1999-2000).
- Sergio Segura, I.A., PhD., Investigador (tesis de doctorado U. Montpellier II, 1999-2000)
- John Albeiro Ocampo Pérez, I.A., investigador (2000-2001).
- María Teresa Restrepo Valencia, I.A. (estudiante U. Caldas, febrero-septiembre 2001), investigadora (desde septiembre 2001).
- Creuci Maria Caetano, citogenetista, PhD., investigadora UNIMEO-CTESOP/CIRAD-FLHOR/IPGRI (2002)
- Cristián Andrés Olaya Arias, I.A. (estudiante U. Caldas de pasantía –marzo 2002).
- Sophie Primot, I.A. (estudiante de pasantía I.N.A. Paris-Grignon, junio-septiembre 2000).
- Vincent Rioux, L. Biología (estudiante de pasantía U. Angers, junio – septiembre 2000).
- François Garcin, L. Biología (pasantía libre, septiembre 2000 – marzo 2001, pasantía para D.E.A. (eq. MSc.) septiembre 2001 – marzo 2002).
- Anna Klimes, L. Biología (pasantía libre, diciembre 1999 – marzo 2000)
- Jennifer Petersen, pasantía para Licencia en Biología (U. Oregon, julio-noviembre 2000).
- Lina Clemencia Farfán Ospina, pasantía para grado de I.A. (U. Caldas, febrero-septiembre 2001).
- Felipe Barreras Sánchez, pasantía para grado de I.A. (U. Caldas, agosto 2001 – febrero 2002).

Colaboraciones externas

- Universidad de Caldas: Prof. Leticia Serna.
- Universidad Técnica de Ambato (Ecuador): Prof. Ing. Jorge Vega.
- INIA-Perú, Estación Experimental de Urubamba (Cuzco): Patricia Quispe, estudiante de Agronomía U. Cuzco.
- Centro de Investigaciones Fitoecogenéticas de Pairumani: Ing. Lorena Guzmán, L.
- Missouri Botanical Garden: Dres. Peter Moller Jørgensen y John Mc Dougal.

1.5. Nombre de la entidad ejecutora: CIRAD-FLHOR/IPGRI

1.6. Fecha de presentación del informe: 30 de mayo de 2002

2. Sinopsis

La diversidad morfológica ha sido estudiada en 185 accesiones del género *Passiflora* subgéneros *Tacsonia*, *Passiflora* y *Manicata*. Para el subgénero *Tacsonia*, se hicieron estudios complementarios utilizando isoenzimas y marcadores AFLP, y estudios citogenéticos de las tres especies más comunes, *P. tripartita* var. *mollissima*, *P. tarminiana* y *P. mixta*.

P. tarminiana fue descrita como una especie diferente, lo cual fue confirmado por todos los estudios de diversidad. La separación de los subgéneros *Tacsonia* y *Manicata* también fue confirmada, así como la inclusión de especies atípicas o raras, como *P. antioquiensis*, *P. tenerifensis*, *P. pinnatistipula*, *P. matthewsii*, *P. bracteosa*, *P. ampullacea*, *P. parritae*, *P. fimbratistipula*, *P. trifoliata* y *P. gracilens*. Dentro del subgénero *Tacsonia*, la variación fue muy amplia en *P. mixta*, limitada en *P. tripartita* var. *mollissima*, y más aún en *P. tarminiana*. *P. tripartita* var. *mollissima* y *P. mixta* mostraron particular afinidad y diferenciación regional en los marcadores morfológicos e isoenzimáticos, con una máxima diversidad intraespecífica y una mínima diferenciación interespecífica en el sur de Ecuador, lo que sugiere un importante flujo génico entre ellas. Por otra parte, irregularidades meióticas fueron más frecuentes en sus híbridos que en los híbridos de *P. tarminiana* con *P. tripartita* var. *mollissima* evidenciando una homología genómica limitada. El tamaño pequeño de los cromosomas ($2n = 18$) de las tres especies de *Tacsonia*, cuando se compara con las especies del subgénero *Passiflora*, crea dudas sobre la validez de la reciente propuesta de reagrupar ambos subgéneros.

El análisis de la diversidad morfológica en el subgénero *Passiflora* no mostró una clara estructura entre las especies estudiadas. En las series *Quadrangulares* y *Lobatae*, la agrupación de especies fue coherente, pero no para *Incarnatae* (separación de *P. edulis* y *P. cincinnata*) y *Tiliifoliae* (separación de *P. maliformis*). El estudio de *P. edulis* demostró una diferenciación geográfica limitada, pero muchas diferencias entre sus formas botánicas *edulis* y *flavicarpa*.

Los datos de evaluación de los frutos no confirmaron la superioridad de una especie de curuba particular. El peso y la acidez de la fruta fueron similares para *P. tripartita* var. *mollissima*, *P. tarminiana* y *P. cumbalensis*. Los sólidos solubles totales fueron más altos en la última. A pesar de la variación limitada, unas pocas accesiones mostraron valores sobresalientes para estos parámetros. *P. tripartita* var. *mollissima* muestra susceptibilidad particular a la antracnosis, mientras que *P. tarminiana* muestra resistencia. Sus híbridos presentan frutos más pesados y una reacción intermedia. Sin embargo, el mejoramiento es recomendado primeramente al nivel intraespecífico. Los frutos de *P. mixta* son medianos en relación con los frutos de las especies cultivadas, pero su proporción de pulpa es equivalente.

Synopsis

Morphological diversity was studied in 185 accessions of *Passiflora* subgenera *Tacsonia*, *Passiflora*, and *Manicata*. In the former, it was complemented with studies of isozyme and AFLP marker diversity, and a cytogenetic study of its three most common species, *P. tripartita* var. *mollissima*, *P. tarminiana*, and *P. mixta*.

P. tarminiana was described as a new distinct species, which was confirmed by all diversity studies. The separation of subgenera *Tacsonia* and *Manicata* was also confirmed, as well as the inclusion of atypical or rare species such as *P. antioquensis*, *P. tenerifensis*, *P. pinnatistipula*, *P. matthewsii*, *P. bracteosa*, *P. ampullacea*, *P. parritae*, *P. fimbratistipula*, *P. trifoliata*, and *P. gracilens*. Within *Tacsonia*, variation is very wide in *P. mixta*, limited in *P. tripartita* var. *mollissima*, and even more in *P. tarminiana*. *P. tripartita* var. *mollissima* and *P. mixta* show particular similarity and regional differentiation in morphological and isozyme markers, with a maximal diversity and a minimal interspecific differentiation in southern Ecuador, suggesting an important gene flow between them. On the other hand, meiosis irregularities are more frequent in their hybrids than in the hybrids between *P. tarminiana* and *P. tripartita* var. *mollissima*, suggesting limited genome homology. The small size of the $2n = 18$ chromosomes of the three *Tacsonia* species, as compared to species of subg. *Passiflora*, casts doubts on the validity of the recent proposal to regroup both subgenera.

The analysis of morphological diversity in subg. *Passiflora* did not show a clear structure among the species under study. Species grouping was consistent in series *Quadrangulares* and *Lobatae* but not for *Incarnatae* (separation of *P. edulis* and *P. cincinnata*) and *Tiliifoliae* (separation of *P. maliformis*). The study of *P. edulis* showed limited geographic differentiation, but many differences between its botanical forms *edulis* and *flavicarpa*.

Fruit evaluation data did not support the superiority of a particular curuba (banana passion fruit) species. Fruit weight and acidity were the same for *P. tripartita* var. *mollissima*, *P. tarminiana*, and *P. cumbalensis*. Total soluble solids were higher in the latter. Despite limited variation, a few accessions exhibit outstanding values for these parameters. *P. tripartita* var. *mollissima* shows particular susceptibility to anthracnosis, while *P. tarminiana* shows resistance. Their hybrids present heavier fruits and an intermediate reaction. However, breeding is first recommended at the intraspecific level. Fruits of the wild *P. mixta* are half-smaller than those of the cultivated species, but their pulp proportion is equivalent.

3. Resumen

3.1. Colección y material vegetal

Las condiciones de seguridad no han permitido organizar las colectas previstas. Sin embargo, se pudo constituir una colección de 114 accesiones, esencialmente de especies del subgénero *Tacsonia*, con materiales anteriormente colectados u obtenidos de otras instituciones.

3.2. Caracterización y evaluación agromorfológica

Se enriqueció una lista estándar de descriptores para adaptarla al estudio de la diversidad del subgénero *Tacsonia*. La lista final incluye 74 descriptores cualitativos y 58 descriptores cuantitativos. Además de las accesiones de este subgénero en colección del proyecto, se caracterizaron plantas en colecciones del Ecuador, del Perú y de Bolivia, en colaboración con instituciones de estos países. El estudio del subgénero *Passiflora* se llevó a cabo en las colecciones de CENICAFE y de PASSICOL S.A., e *in situ*, sobre un total de 61 accesiones. La muestra global caracterizada incluye 185 accesiones.

3.3. Análisis de la diversidad

3.3.1. Subgénero *Tacsonia*

Se describió la curuba india como una nueva especie, bajo el nombre *Passiflora tarminiana* Coppens & Barney. Su interés reside esencialmente en sus caracteres de productividad, calidad y rusticidad. Paralelamente, nuestras observaciones nos llevaron a adoptar la clasificación de la curuba de Castilla tal como aparece en la Flora del Ecuador, como *P. tripartita* var. *mollissima*.

El estudio morfológico del subgénero *Tacsonia* se llevó a cabo sobre una muestra de 245 individuos de 10 especies del mismo y de *P. manicata* (subg. *Manicata*), provenientes de los cinco países del trópico andino. Fue completado por dos estudios isoenzimáticos, uno centrado en las relaciones entre especies y el otro sobre la diferenciación interespecífica y geográfica en las tres principales especies, *P. tripartita* var. *mollissima*, *P. tarminiana* y *P. mixta*. Las relaciones entre las especies del subgénero también fueron estudiadas con marcadores AFLP, sobre una muestra reducida y por un estudio citogenético de la mitosis y de la meiosis en las tres principales especies y sus híbridos.

Todos estos análisis confirman que *P. tarminiana* constituye una especie distinta. Los mismos análisis muestran su afinidad con las tres otras especies más comunes: *P. tripartita* var. *mollissima*, *P. mixta* y *P. cumbalensis*. Las clasificaciones también concuerdan en separar el subgénero monoespecífico *Manicata* del subgénero *Tacsonia*, mientras confirman la inclusión en el primero de *P. antioquiensis*, así como de especies menos comunes y/o menos típicas, como *P. tenerifensis*, *P. pinnatistipula*, *P. matthewsii*, *P. bracteosa*, *P. ampullacea*, *P. parritae*, *P. fimbratistipula*, *P. trifoliata* y *P. gracilens*. El uso de marcadores AFLP no permitió entender mejor las posiciones relativas de *Tacsonia* con otros subgéneros más lejanos, como *Passiflora* o *Decaloba*.

En el grupo de las cuatro especies más comunes, *P. tripartita* var. *mollissima* y *P. mixta* muestran particular afinidad, tanto con los marcadores morfológicos como isoenzimáticos. Esta relación aparece particularmente estrecha en el sur del Ecuador, donde la distribución de los

descriptores isoenzimáticos y, aunque menos claramente, de los morfológicos, sugieren un importante flujo de genes entre ellas.

Los análisis de diversidad concuerdan sobre la importancia relativa de la variación intraespecífica de las especies de mayor interés. *P. mixta* es la más variable, con una fuerte diferenciación geográfica. *P. tarminiana* es la menos variable. *P. tripartita* var. *mollissima* muestra una variabilidad intermedia. Las accesiones ecuatorianas de *P. tarminiana* y *P. tripartita* var. *mollissima* se diferencian morfológicamente, mientras las accesiones de más al sur, del Perú y de Bolivia, y más al norte, de Colombia y Venezuela, no se diferencian. La mayor diversidad de *P. tripartita* var. *mollissima* y la presencia de sus tres variedades botánicas en el Ecuador sugieren que la curuba de Castilla tiene su origen en esta región. La estructura de la diversidad entre las tres especies impone diferentes estrategias de conservación de sus recursos genéticos.

El estudio citogenético muestra que las tres especies estudiadas en el presente proyecto tienen 18 cromosomas muy pequeños en comparación con los de las especies del subgénero *Passiflora*, lo que lleva a cuestionar la última clasificación propuesta para el género. El desarrollo de la meiosis presenta numerosas irregularidades, como asincronía en la migración de los cromosomas, degeneramiento citoplasmático, eliminación cromosómica y/o citoplasmática, presencia de micronucleolos adicionales y asociaciones cromosómicas secundarias. La mayor frecuencia de estas irregularidades, así como en la formación de univalentes en la metafase, en el híbrido de *P. tripartita* var. *mollissima* con *P. mixta*, indica una mayor incompatibilidad del genoma de *P. tripartita* var. *mollissima* con *P. mixta* que con *P. tarminiana*. La viabilidad del polen fue alta en los híbridos, sugiriendo la regularización tardía de las irregularidades leves y la eliminación rápida de las más graves.

3.3.2. Subgénero *Passiflora*

El análisis de la diversidad no ha permitido evidenciar una clara estructura en el subgénero *Passiflora*. Esencialmente permitió una separación entre las especies, con pocas agrupaciones entre ellas. Así se asocian las especies de las series *Quadrangulares* y *Lobatae* de la clasificación tradicional. En las *Tiliifoliae*, *P. tiliifolia* y *P. ligularis* se agrupan más claramente, pero *P. maliformis* forma un grupo aparte, a la vez diferenciado y diversificado. En las *Incarnatae*, las dos formas de *P. edulis* se separan netamente de *P. cincinnata*.

El estudio de la diversidad de *P. edulis* ha mostrado muchas diferencias morfológicas entre sus dos formas. Estas y la diferencia de ecología crean una duda sobre su pertenencia a una misma especie. *P. edulis* f. *flavicarpa* muestra una gran diversidad, tanto entre accesiones como dentro de muchas de ellas. La estructuración geográfica de su variación morfológica es limitada, lo que se puede atribuir al sistema de reproducción de la planta, a los frecuentes movimientos artificiales del germoplasma cultivado y al impacto del ambiente sobre la expresión de numerosos descriptores.

3.4. Caracterización y evaluación de frutos de curuba y caracteres de resistencia

La comparación de las especies no confirma la superioridad de una especie de curuba en cuanto a peso del fruto en las condiciones de Tenerife. La curuba de Castilla y la curuba india se valen por el contenido de sólidos solubles y la acidez. *P. cumbalensis* muestra valores más altos para la primera variable. *P. tarminiana* y *P. cumbalensis* dan frutos más alargados. Los de la curuba india son de forma más regular que los de la curuba de Castilla, en buena parte porque no están

afectados por la antracnosis. Dos accesiones de la primera sobresalen por el tamaño del fruto y una por el alto contenido de sólidos solubles. Una accesión de la segunda produce frutos sobresalientes para los dos criterios, mostrando el interés de una mejor evaluación y selección intraespecífica en este germoplasma.

En las condiciones de Tenerife, los ataques de antracnosis son muy severos para la curuba de Castilla, afectando los frutos y la parte vegetativa. La sensibilidad de la planta parece aumentar con la edad. La curuba india sólo muestra mayor susceptibilidad a los ataques de lepidópteros del género *Dione* en las primeras etapas de su crecimiento.

Los híbridos entre las dos especies dan frutos más pesados, pero comparables a las especies parentales en los otros caracteres. Su sensibilidad a la antracnosis es intermedia entre la de las especies parentales. Las manchas producidas son muy pequeñas, por lo que los frutos atacados no resultan deformados, pero son numerosas, afectando su calidad aparente. Esta situación no es favorable para un programa de introgresión de la resistencia en una variedad de tipo Castilla.

Los frutos de la especie silvestre *P. mixta* son mucho más livianos pero muestran un rendimiento de pulpa comparable a las especies cultivadas, gracias a un peso de semilla muy bajo. El contenido de sólidos solubles y la acidez también son comparables. La resistencia a la antracnosis o al oidio es muy variable en esta especie. Los altos contenidos de sólidos solubles de los frutos de *P. cumbalensis*, y su excelente aroma, justificarían una mejor evaluación de los tipos cultivados de esta especie, sea para su selección directa, sea para usarla en programas de mejoramiento. Sin embargo, el uso de estas dos especies en programas de hibridación se enfrenta a los problemas de compatibilidad de su genoma con el de *P. tripartita* var. *mollissima*.

4. Informe de resultados

4.1. Colección y material vegetal para los estudios

Resultado esperado: reunir una colección global de 100 accesiones.

Las condiciones de seguridad no han permitido organizar viajes de recolección tal como se había planeado inicialmente, de modo que la extensión de la colección instalada en Tenerife (municipio El Cerrito, Valle del Cauca) se limitó al transplante de 185 plantas de accesiones colectadas anteriormente. La colección cuenta actualmente con 106 accesiones - 268 plantas - de clima frío (curubas - *Passiflora* subgénero *Tacsonia*) sembradas en campo en el vivero de la Secretaría de Agricultura del Valle del Cauca (2600 m) y 8 accesiones - 25 plantas - de clima frío moderado (*Passiflora* subgénero *Passiflora*) en una finca particular situada a 2200 m. Corresponden esencialmente a las especies *P. tripartita* var. *mollissima* (curuba de Castilla, 29), *P. mixta* (curuba de monte, 21), *P. tarminiana* (curuba india, 58), *P. pinnatistipula* (granadilla de tierra fría, 2), y *P. manicata* (14) del subgénero *Manicata*. Otras especies interesantes están menos representadas, como *P. tripartita* var. *tripartita* (10), *P. cumbalensis* (curuba "roja", 14), *P. antioquensis* (curuba antioqueña, 5) y *P. leptomischa* (1), *P. ligularis* (granadilla, 3), *P. tiliifolia* (tripona, 2) y *P. edulis* f. *edulis* (maracuyá púrpura, 2). Están también sembradas cuatro accesiones intermedias, resultando de introgresiones espontáneas, y tres híbridos interespecíficos artificiales: *P. tripartita* var. *mollissima* x *P. tarminiana*, *P. tarminiana* x *P. tripartita* var. *mollissima* y *P. tripartita* var. *mollissima* x *P. mixta*. El efectivo de las accesiones varía entre uno y cinco individuos. Las dos plantas de la especie endémica *P. tenerifensis*, que se habían desarrollado espontáneamente en la colección, murieron.

Para asegurar la conservación de los materiales más interesantes (tipos cultivados y especies silvestres de difícil acceso del subgénero *Tacsonia*), se procedió a la autopolinización de las accesiones para entregar una muestra de semillas a la institución responsable a nivel nacional (CORPOICA). Lamentablemente, en julio de 2001, época en la que se debían cosechar los frutos maduros, se presentaron enfrentamientos en Tenerife, pueblo que fue evacuado a la fuerza, y perdimos el trabajo realizado, cosechando sólo seis frutos de 60 polinizaciones. En los tres primeros meses del 2002, aprovechamos una nueva floración para volver a aislar y polinizar 100 flores de manera sistemática, esperando cosechar las semillas antes de julio del mismo año. Actualmente, las condiciones de seguridad han empeorado nuevamente. Si no se restaura un mínimo de orden público en la zona, perderemos otra vez las semillas producidas.

A las 114 accesiones reportadas aquí, hay que agregar las colecciones de la P.U. Javeriana y la de CENICAFE en la estación de Paraguaicito. El grupo CIRAD-FLHOR/IPGRI ha contribuido con numerosas accesiones a la constitución de esta última. Así que el total de las accesiones reunidas por las tres instituciones sobrepasa ampliamente la meta inicial.

4.2. Caracterización y evaluación agromorfológica

Resultado esperado: caracterizar más de 60 accesiones con descriptores morfológicos.

La lista de descriptores desarrollada dentro de un proyecto regional anterior ha sido adaptada para estudiar más detalladamente la variación en el subgénero *Tacsonia*, con particular énfasis en el enriquecimiento de los descriptores cuantitativos florales para tomar en cuenta las conclusiones de un estudio preliminar de este subgénero (Villacis *et al.*, 1998). El conjunto de descriptores utilizados incluye ahora 74 descriptores cualitativos y 58 descriptores cuantitativos. La lista está presentada en el Anexo 1.

4.2.1. Subgénero *Tacsonia*

Además de las accesiones en colección en Tenerife, fueron caracterizadas plantas de curuba india, curuba roja, y *P. x rosea* de la colección de la Universidad de Caldas. Otras plantas de clima frío accesibles *in situ* se incorporaron también al estudio morfológico: curuba de monte en Tenerife (3), curuba india (1) en Santa Leticia (Cauca), curuba india (1) y curuba de monte (1) en Gabriel López (Cauca), curuba antioqueña (1) en Manizales.

Paralelamente, se caracterizaron plantas en colección en el Ecuador (42 plantas de 37 accesiones), el Perú (16 plantas de 16 accesiones) y Bolivia (37 plantas). Aunque estos trabajos no hacen parte del presente proyecto, los datos correspondientes se juntaron a los de Colombia para situar la diversidad encontrada en el país en la variación global de las especies.

4.2.2. Subgénero *Passiflora*

Para las especies de clima caliente, el estudio de diversidad se condujo principalmente en la colección establecida por CENICAFE en la estación de Paraguaicito. Además se estableció una colaboración estrecha con la empresa agro-industrial PASSICOL S.A., interesada en el mejoramiento del maracuyá (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa*). La disponibilidad de su colección de germoplasma (11 accesiones), ubicada en el municipio de Risaralda (Caldas), nos permitió ampliar significativamente el estudio de caracterización de esta especie y disponer de un laboratorio más cercano para el análisis de frutos. También se extendió el estudio a materiales disponibles *in situ* en las granjas Tesorito y Montelindo de la Universidad de Caldas, en la finca de Jorge Eliécer Puentes en el municipio de Rivera (Huila) y maracuyá púrpura en Santa Leticia (Cauca). Así, con las accesiones de la colección de CENICAFE, el número de accesiones de maracuyá amarillo incluidas en el estudio llega a 24, cinco de las cuales están presentes en las dos colecciones principales. Además se cuenta con seis accesiones de maracuyá púrpura, cinco de granadilla de piedra o chulupa (*P. maliformis*), tres de *P. alata* (maracuyá dulce), dos de *P. quadrangularis* (badea), dos de *P. cincinnata* y una accesión de las siguientes especies: *P. incarnata*, *P. serrato-digitata*, *P. subpeltata*, *P. gibertii*, *P. bahiensis*, *P. adenopoda*, *P. caerulea* y *P. trifasciata*. El total de accesiones de especies de clima cálido a medio es de 61. Cada una está representada por más de cinco plantas.

El número total de accesiones caracterizadas morfológicamente en el proyecto en Colombia suman 105, a las que hay que agregar 80 accesiones caracterizadas en otros países andinos.

4.3. Análisis de la diversidad

Resultado esperado: establecer las distancias genéticas entre las especies en colección, más particularmente para el subgénero Tacsonia; obtener nuevos datos sobre la taxonomía del género.

4.3.1. Descripción de una nueva especie en el subgénero *Tacsonia*

Un logro muy importante del proyecto es la descripción botánica de la curuba india bajo el nombre de *Passiflora tarminiana* Coppens & Barney, en honor al ingeniero Tarmín Campos (INCORA), promotor entusiasta del cultivo de la curuba en Colombia. El tipo de la especie se depositó en el Herbario Nacional y la publicación, en la revista Novon, se hizo en colaboración con las máximas autoridades actuales en la taxonomía del género *Passiflora*. El artículo está presentado en el Anexo 2.

Esta especie ya era bien conocida por los productores y consumidores de las zonas tradicionales de producción. Su fruto, más liviano, menos astringente pero menos aromático era menospreciado en el mercado que el de la curuba de Castilla. Por otro lado, no está afectado por la antracnosis, que baja muchos de los frutos de la curuba de Castilla en categoría II, con un precio menor al de la curuba india. Además es más rústica, acepta mucho mejor fuertes podas de renovación, y su producción se distribuye mejor en el año, lo que permite vender frutos a un precio más interesante, cuando no hay curuba de Castilla en el mercado. Estos factores explican que su cultivo salió del jardín casero y se extendió significativamente en los últimos años, a expensa del cultivo de *P. tripartita* var. *mollissima*. Su resistencia a la antracnosis también explica el interés creciente de ciertos investigadores regionales en estudiar este material para el mejoramiento de la curuba de Castilla y producir unos primeros híbridos para el cultivo.

Por su vigor y adaptabilidad, *P. tarminiana* se ha difundido en muchos otros ecosistemas tropicales montañosos o templados libres de heladas (Africa del Este, Filipinas, La Reunión, Hawaii, Nueva Zelandia), volviéndose un problema para los botánicos, que no reconocían ninguna especie descrita en los Andes, y a veces para los conservacionistas, como en Hawaii donde invadió las reservas naturales, amenazando las especies nativas. A causa de su identificación errónea como *P. tripartita* var. *mollissima* los investigadores de esta isla intentaron a luchar contra esta "maleza" con plagas de la curuba de Castilla, lo que resultó ineficiente.

La curuba india, o curuba ecuatoriana, se designaba como *P. mollissima*, *P. cf. mollissima* o como un cultivar de ésta, *P. tripartita* (por ser ésta una curuba endémica del Ecuador), o *P. sp.* según los estudios. Obviamente, la clara definición del objeto de los trabajos es la primera condición de la obtención y difusión de resultados confiables, y éste es el primer objetivo de la taxonomía. Así mismo, la descripción formal evitará la confusión que se había mantenido en los trabajos de mejoramiento genético del cultivo y limitaba su alcance. También permitirá reenfocar los trabajos de control biológico en Hawaii, dando a nuestro trabajo un impacto global inesperado.

4.3.2. Posición taxonómica de la curuba de Castilla

En el volumen de la Flora de Colombia consagrado a las pasifloras, redactado por Escobar y publicado en 1988, así como en la gran mayoría de los trabajos recientes, la curuba de Castilla está descrita bajo el binomio *Passiflora mollissima* (Kunth) Bailey. En el volumen equivalente de la Flora de Ecuador, publicado el mismo año, aparece como *P. tripartita* var. *mollissima* (Kunth) Holm-Nielsen & P. Jørgensen (Holm-Nielsen *et al.*, 1998). En el presente proyecto, y en sus colaboraciones con programas similares en el Ecuador, hemos podido comparar morfológicamente los materiales colombianos y ecuatorianos. La curuba de Castilla mostró poca variación y, aunque muy similar, sus representantes más comunes se distinguen fácilmente de *P. tripartita*. Sin embargo, hemos podido observar plantas correspondiendo a la descripción de *P. mollissima* en la descendencia de una accesión ecuatoriana de *P. tripartita*. Igualmente hemos obtenido plantas de *P. tripartita* var. *tripartita* a partir de semillas de *P. tripartita* var. *azuayensis*. Estas observaciones confirman que no hay barrera reproductiva entre los tres tipos morfológicos y nos llevaron a defender y utilizar la clasificación en variedades botánicas de Holm-Nielsen *et al.* (1998).

4.3.3. Diversidad morfológica en el subgénero *Tacsonia*

El análisis se llevó a cabo sobre una muestra de 245 individuos, de *P. tripartita* (incluyendo *P. tripartita* var. *mollissima* y *P. tripartita* var. *tripartita*), *P. mixta*, *P. tarminiana*, híbridos artificiales y espontáneos de estas tres especies, *P. cumbalensis*, *P. matthewsii*, *P. luzmarina*, *P. pinnatistipula*, *P. x rosea*, *P. antioquensis*, *P. tenerifensis* y *P. manicata*, provenientes de Venezuela, Colombia, Ecuador, Perú y Bolivia. Los caracteres cuantitativos del fruto no se incluyeron. No son indispensables para un estudio de diversidad genética; al contrario, podrían comprometer los resultados al estar directamente influenciados por la selección artificial. A los caracteres cuantitativos se agregaron relaciones entre ellos, buscando construir variables de forma para sustituir las variables de tamaño, las cuales tienen menos valor taxonómico en la medida que son más sensibles a la selección y pueden haber sido afectadas en la evolución reciente y/o el proceso de domesticación. En total se utilizaron 67 descriptores cuantitativos (incluyendo las relaciones entre ellos) y 62 descriptores cualitativos. El conjunto de estas variables se sometió a un análisis de componentes de la varianza, para seleccionar los que muestran repetibilidad superior a 0,50, y a un análisis discriminante, el cual permitió una reclasificación de siete plantas con los grupos de híbridos artificiales. Esta reclasificación confirmó objetivamente las observaciones de campo que indicaban que ciertas semillas colectadas en una especie resultaban de una hibridación interespecífica espontánea. También ocurrió este fenómeno en el caso de las accesiones de *P. pinnatistipula*, recibidas de otras colecciones, cuyas semillas dieron plantas identificadas como *P. x rosea*, demostrando una hibridación espontánea frecuente con *P. tripartita* var. *mollissima*.

Por medio de la descomposición de la varianza se seleccionaron 16 descriptores y 13 relaciones por presentar índice de repetibilidad superior a 0,50. Las variables cuantitativas escogidas se sometieron entonces al análisis de componentes principales (con rotación varimax normalizada) y los ocho factores retenidos se usaron para una primera clasificación. Las 22 variables de mayor aporte fueron categorizadas para unir las a los descriptores cualitativos, y obtener una segunda clasificación.

Los ocho primeros factores representan 80% de la varianza total. El primero está asociado a la longitud relativa del hipantio, característico del subgénero, a la relación longitud de la flor/hipantio, a la forma de pétalos y sépalos y a la longitud del opérculo. El segundo está

asociado al número y a la posición de los nectarios y al ángulo entre los lóbulos foliares, el tercero a la fineza de éstos, y el cuarto a la longitud del ginóforo y de los filamentos estaminales. La figura 1 muestra la clasificación obtenida con base a ellos, mientras la figura 2 muestra la clasificación global obtenida con los caracteres cualitativos, originales y extraídos de los caracteres cuantitativos. Los híbridos no han sido incluidos en la clasificación porque la perturban. En los dos dendrogramas, *P. manicata* se separa muy claramente de las especies del subgénero *Tacsonia*. Entre éstas, *P. antioquensis*, *P. pinnatistipula* y *P. x rosea*, especies cuyo hipantio es más corto en relación con la corola, ocupan una posición intermedia, separándose de las especies más típicas como *P. tarminiana*, *P. cumbalensis*, *P. luzmarina*, *P. tripartita* y *P. mixta*. *P. antioquensis*, especie anteriormente clasificada en el subgénero *Manicata* (Killip, 1938), es la especie más cercana a *P. manicata*, pero se acerca más al subgénero *Tacsonia* que *Manicata*. Además la especie más cercana a *P. antioquensis* es *P. tenerifensis*, otra especie clasificada en la serie *Colombiana* de Escobar (1988). *P. matthewsii* se agrupa con *P. mixta* en el primer dendrograma, lo que refleja bien su fuerte parecido (y probable parentesco) con esta especie, pero ocupa una posición intermedia, al margen de los representantes típicos de *Tacsonia* en el segundo dendrograma. Otras asociaciones lógicas son las de *P. pinnatistipula* y de su híbrido con *P. tripartita* var. *mollissima*, *P. x rosea*, y de *P. cumbalensis* con *P. luzmarina*, especie muy similar en la gran mayoría de sus caracteres, pero con una flor mucho más pequeña.

Concerniendo las cuatro especies de mayor interés en el mejoramiento de la curuba, los análisis de agrupación muestran cierta afinidad morfológica entre *P. tarminiana* y *P. cumbalensis*, y más aún entre *P. tripartita* var. *mollissima* y *P. mixta*. En el primer dendrograma *P. tarminiana* forma tres grupos, uno de ellos incluyendo casi todas las accesiones ecuatorianas, otro cercano a las accesiones de *P. cumbalensis*. En el segundo dendrograma, *P. tarminiana* forma un solo grupo, pero volvemos a encontrar un subgrupo muy uniforme correspondiendo a las accesiones ecuatorianas. De manera similar, observamos un grupo de accesiones bolivianas y peruanas muy uniformes en *P. tripartita* var. *mollissima*. Las numerosas accesiones colombianas se reparten en dos grupos distintos para los caracteres cuantitativos, uno de ellos incluyendo las accesiones bolivianas. Los dos grupos también incluyen unas accesiones colombianas de *P. mixta*. Las accesiones ecuatorianas forman un grupo distinto. En el primer dendrograma, este grupo se acerca a un grupo conformado por accesiones de *P. mixta*, el cual tiene dos subgrupos, ecuatoriano y colombiano, pero, sorpresivamente, queda relativamente distante del grupo ecuatoriano de *P. tripartita* var. *tripartita*. En el segundo dendrograma, *P. tripartita* y *P. mixta* están mejor separadas. También la separación entre las accesiones ecuatorianas y colombianas de *P. mixta* es más fuerte. Al contrario, la distinción entre *P. tripartita* var. *mollissima* y *P. tripartita* var. *tripartita* desaparece y observamos una reagrupación de las dos variedades botánicas en un mismo subgrupo ecuatoriano. Otras especies que muestran una diferenciación geográfica son *P. manicata*, con grupos de Colombia, Perú y Ecuador, y *P. pinnatistipula*, con grupos de Bolivia, Perú y Ecuador.

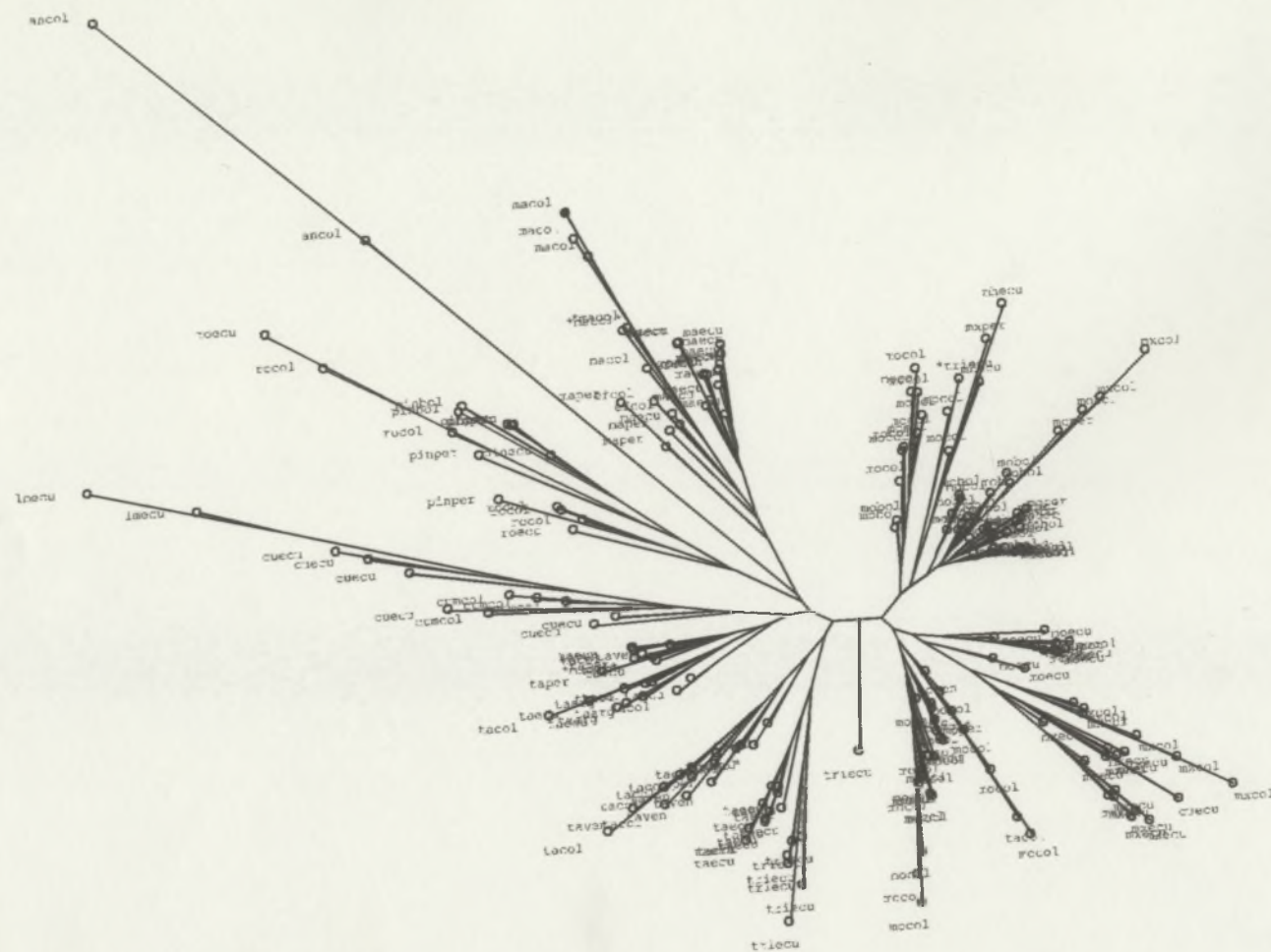


Figura 1. Clasificación arbórea de las accesiones del subgénero *Tacsonia*, basada en los ocho componentes principales de la varianza (método del más próximo vecino, distancia euclidiana). Los individuos se identifican por una combinación de abreviaciones del nombre de especie y del país de origen: an (*Passiflora antioquiensis*), cum (*P. cumbalensis*), lm (*P. luzmarina*), ma (*P. manicata*), mh (*P. matthewsii*), mo (*P. tripartita* var. *mollissima*), mx (*P. mixta*), ta (*P. tarminiana*), te (*P. tenerifensis*), ro (*P. x rosea*), tri (*P. tripartita* var. *tripartita*), pin (*P. pinnatistipula*), am (*P. ampullacea*), bra (*P. bracteosa*), bol (Bolivia), col (Colombia), ecu (Ecuador), per (Perú), ven (Venezuela). Así mxcol designa un individuo colombiano de *P. mixta*.

En conclusión el análisis de agrupación separa *P. manicata* de las especies del subgénero *Tacsonia*. *P. antioquiensis* y las otras especies con hipantio intermedio se agrupan más cerca de las cuatro especies principales de curuba, *P. cumbalensis*, *P. tarminiana*, *P. tripartita* var. *mollissima* y *P. mixta*. Las dos últimas muestran particular afinidad morfológica. El análisis también muestra una diferenciación morfológica regional, particularmente marcada en *P. manicata* (accesiones de Colombia, Ecuador y Perú), *P. pinnatistipula* (Bolivia, Perú y Ecuador), *P. tarminiana* (Ecuador), *P. tripartita* (Colombia, Perú, Bolivia) y *P. mixta* (Colombia, Ecuador). En el análisis sobre los caracteres cuantitativos, este componente regional interfiere con el componente específico, particularmente en el Ecuador, donde *P. tripartita* var. *mollissima* muestra más afinidad con *P. mixta* que con *P. tripartita* var. *tripartita*. De manera general, estos resultados concuerdan con la estructuración observada con marcadores isoenzimáticos y marcadores moleculares.

4.3.4. Diversidad isoenzimática en el subgénero *Tacsonia*

La diversidad isoenzimática se estudió en 331 plantas de *P. tripartita* var. *mollissima*, *P. tripartita* var. *tripartita*, *P. tarminiana*, *P. mixta*, *P. cumbalensis*, *P. pinnatistipula*, *P. ampullacea*, *P. antioquiensis*, *P. bracteosa* y *P. manicata*, oriundas de Venezuela, Colombia y Ecuador. Seis sistemas (IDH, PGDH, PGM, DIA, PRX y ACP) fueron seleccionados (sobre 15) por revelar polimorfismo reproducible en la muestra estudiada. PGM mostró dos series de bandas. El análisis de los resultados se hizo en dos etapas, sobre dos submuestras. En la primera, se estudiaron las relaciones entre todas las especies, y en la segunda se profundizó el estudio de las relaciones entre las dos curubas cultivadas, *P. tarminiana* y *P. tripartita* var. *mollissima*, y la curuba de monte, *P. mixta*.

4.3.4.1. *Relaciones entre especies de los subgéneros Tacsonia y Manicata*

Se seleccionaron 87 plantas de 32 accesiones representando todas las especies y la mayor diversidad geográfica. Los electromorfos (bandas) se analizaron como descriptores binarios y las relaciones entre los zimotipos se analizaron por agrupación. No hay zimotipo común entre dos especies. Al contrario, la distribución de las bandas sigue una estructura interespecífica clara. El dendrograma (figura 3) separa un grupo de las especies más comunes y típicas del subgénero *Tacsonia* (*P. tarminiana*, *P. tripartita*, *P. mixta* y *P. cumbalensis*) de un segundo grupo principal constituido por las otras especies. En el primer grupo, *P. cumbalensis* es la más claramente diferenciada. Forma un grupo distante donde la accesión ecuatoriana se separa bien de las colombianas. *P. tarminiana* forma dos grupos vecinos, uno de los cuales incluye una accesión ecuatoriana de *P. tripartita* var. *mollissima*. *P. tripartita* y *P. mixta* no están claramente separadas y forman dos grupos cuya composición sigue un patrón más geográfico que taxonómico, el mayor reúne las accesiones colombianas de *P. tripartita* var. *mollissima* y *P. mixta*, pero también la de *P. tripartita* var. *tripartita* del Ecuador, y el menor une tres accesiones ecuatorianas de *P. tripartita* var. *mollissima* y *P. mixta*. En el segundo grupo principal, *P. manicata* y *P. pinnatistipula* forman dos grupos al otro extremo del dendrograma. El grupo de *P. manicata* muestra alguna divergencia entre la única accesión del Ecuador y las del nordeste de Colombia. *P. antioquiensis*, *P. bracteosa* y *P. ampullacea* forman pequeños grupos distantes, conectados entre *P. manicata*, *P. pinnatistipula* y las *Tacsonia* más típicas.

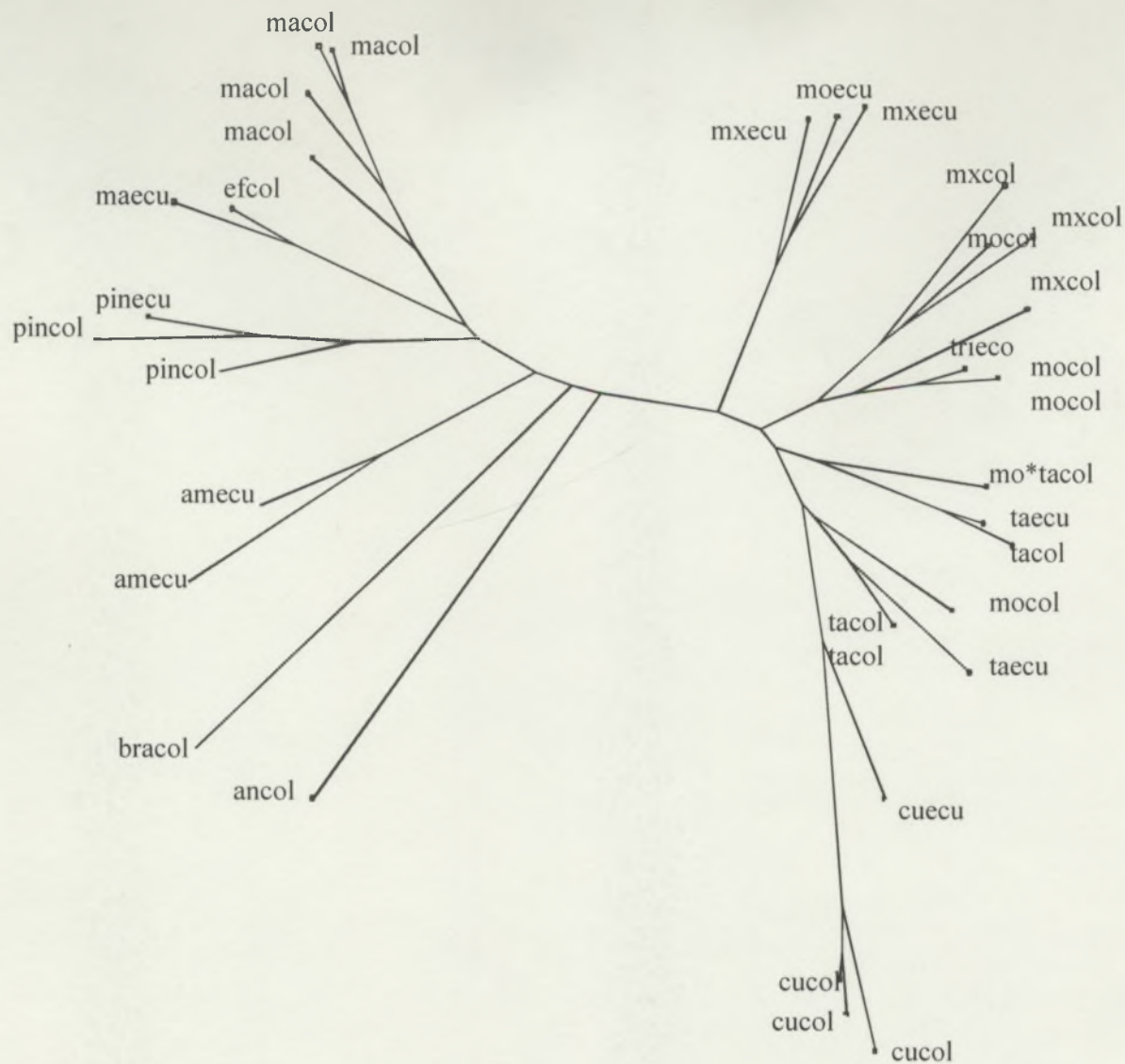


Figura 3. Clasificación arbórea de las accesiones del subgénero *Tacsonia* y de *P. manicata*, basada en la diversidad isoenzimática (método del más próximo vecino, distancia de Jaccard). Identificación de los individuos, ver figura 1.

La alta variación observada en *P. mixta*, en comparación con las especies cultivadas *P. tripartita* var. *mollissima* y *P. tarminiana*, es coherente con la alta variación morfológica reportada en la literatura (Killip, 1938; Escobar, 1988; Holm-Nielsen *et al.*, 1988) y nuestras propias observaciones. Un rango de variación similar se ha reportado para *P. cumbalensis*, pero nuestra muestra, reducida y dominada por accesiones cultivadas del norte de Bogotá, sometidas a endogamia por el tamaño reducido de la población, no lo podía poner en evidencia. El nivel de variación relativamente bajo en *P. manicata* es más sorprendente. Esta especie es autocompatible y se autopoliniza espontáneamente en ausencia de polinizadores, lo que debería favorecer una baja variación intrapoblacional pero una alta divergencia entre poblaciones (Schoen y Brown, 1991). Sólo una accesión atípica del centro del país y la accesión ecuatoriana mostraron alguna diferenciación relativamente a las del nordeste de Colombia.

4.3.4.2. Diferenciación interespecífica y geográfica entre las tres principales especies

En una segunda etapa se concentró el análisis en las dos especies cultivadas (*P. tripartita* var. *mollissima* y *P. tarminiana*) y la especie silvestre más cercana y común, *P. mixta*, utilizando los datos de 280 plantas, cada una descendiendo de una planta distinta, de 31 accesiones, de 11, 10 y 10 accesiones de *P. tripartita* var. *mollissima*, *P. tarminiana* y *P. mixta*, respectivamente. Se distinguieron tres grandes regiones de origen para el análisis: el Norte, desde los Andes de Venezuela hasta los departamentos colombianos de Santander, Boyacá y Cundinamarca; el Centro, incluyendo los departamentos del Tolima y Valle del Cauca; el Sur, desde Cauca y Nariño hasta los Andes ecuatorianos. La diversidad genética se analizó por el método de Nei (1973). La diversidad total (Ht) se repartió entre diversidad dentro de las poblaciones (Hs) y la diversidad entre ellas (Dst). La diferenciación entre poblaciones se calculó por la relación $Gst = Dst / Ht$ donde Gst varía entre 0 (cuando Hs = Ht) y 1 (cuando Hs = 0, es decir cuando las poblaciones están fijadas para las diferentes bandas). Del mismo modo, se repartió la diversidad dentro y entre las regiones. Además, se calcularon las distancias euclidianas para todos los pares de combinaciones entre especies y regiones. La matriz resultante se utilizó para un análisis de agrupación.

En toda la muestra, se detectaron 18 electromorfos o bandas, permitiendo distinguir 40 zimotipos. Ninguno de éstos apareció en dos especies. La diferenciación entre individuos es mucho más fuerte en *P. mixta* (19 zimotipos para 28 plantas) que para los cultígenos *P. tripartita* var. *mollissima* (16 para 182 plantas) y *P. tarminiana* (5 para 76 plantas). Además, en estos dos, un zimotipo es altamente dominante, ya que se observa en 82 % y 90 % de los individuos respectivamente, mientras los otros zimotipos presentan frecuencias inferiores a 5%.

La mayoría de las poblaciones de *P. tripartita* var. *mollissima* (10 de 11) aparecen polimórficas (con mínimo dos zimotipos). La más polimórfica se encontró en Ambato (Ecuador), con siete zimotipos para siete plantas, mientras que todas las otras están fuertemente dominadas por un sólo zimotipo. Entre las cuatro poblaciones de *P. tarminiana* representadas por mínimo nueve individuos, tres son monomórficas. En la cuarta, se observaron tres zimotipos, pero el zimotipo típico de la especie domina ampliamente (22 plantas de 25). Para *P. mixta*, todas las poblaciones, aún las más pequeñas, muestran polimorfismo. Esta variabilidad es aún más marcada en el Sur, donde cada planta tiene un zimotipo distinto.

El patrón de distribución de las bandas entre especies y regiones demuestra la riqueza alélica de *P. mixta*, donde todas las bandas menos una banda muy rara se observan. Al contrario, ocho y cinco bandas no se presentan en *P. tarminiana* y *P. tripartita* var. *mollissima* respectivamente. Además, a pesar del tamaño reducido de la muestra, todas las bandas menos dos se encuentran en *P. mixta* en el Sur. Esta región es claramente la de mayor polimorfismo para las tres especies. Allí todas las bandas se observan, mientras cinco y nueve bandas no se observan en el Norte y Centro respectivamente. También se puede notar que, en el Sur, *P. tripartita* var. *mollissima* muestra cuatro bandas no observadas en las otras regiones para esta especie, pero frecuentes para *P. mixta* en la misma región. Esto constituye una fuerte indicación de flujo genético entre las dos especies.

Estas comparaciones, sobre la distribución específica y regional de las bandas, están confirmadas y completadas por el análisis de los índices de diversidad de Nei (1973) (tabla 1). *P. mixta* presenta la mayor diversidad en cada región, y para cada especie la mayor diversidad se observa en el Sur. Además, *P. mixta* presenta la más alta diversidad interregional y el mayor Gst. *P. tarminiana* tiene la diversidad total, infra-regional e inter-regional más baja.

P. tripartita var. *mollissima* muestra un patrón intermedio. La estructura de la diversidad es más pronunciada entre especies ($G_{st} = 0.31$) que entre regiones ($G_{st} = 0.08$). La menor diferenciación entre especies se encuentra en el Sur, área de mayor diversidad (dos veces el nivel de diversidad del Centro y Norte). Los valores de diferenciación entre especies muestran claramente una afinidad superior entre *P. tripartita* var. *mollissima* y *P. mixta*, con un valor de G_{st} casi constante en cada región. *P. tripartita* var. *mollissima* y *P. tarminiana* parecen tener más afinidad en el Sur, donde presentan G_{st} más altos, que en otras regiones.

Tabla 1. Estructura de la diversidad genética entre los tres taxones: índices de Nei.

	Norte	Centro	Sur	Total Ht	Intra reg Hs	Inter reg Dst	Gst regiones
<i>P. tripartita</i> var. <i>mollissima</i>	0.035	0.013	0.168	0.090	0.074	0.016	0.176
<i>P. tarminiana</i>	0.025	0.053	0.057	0.050	0.046	0.004	0.079
<i>P. mixta</i>	0.141	0.101	0.260	0.244	0.170	0.073	0.297
Ht Total	0.148	0.117	0.246	0.198	0.182	0.016	0.08
Intra especies Hs	0.069	0.056	0.162	0.137			
Inter especies Dst	0.078	0.059	0.084	0.061			
Gst especies	0.529	0.508	0.342	0.307			

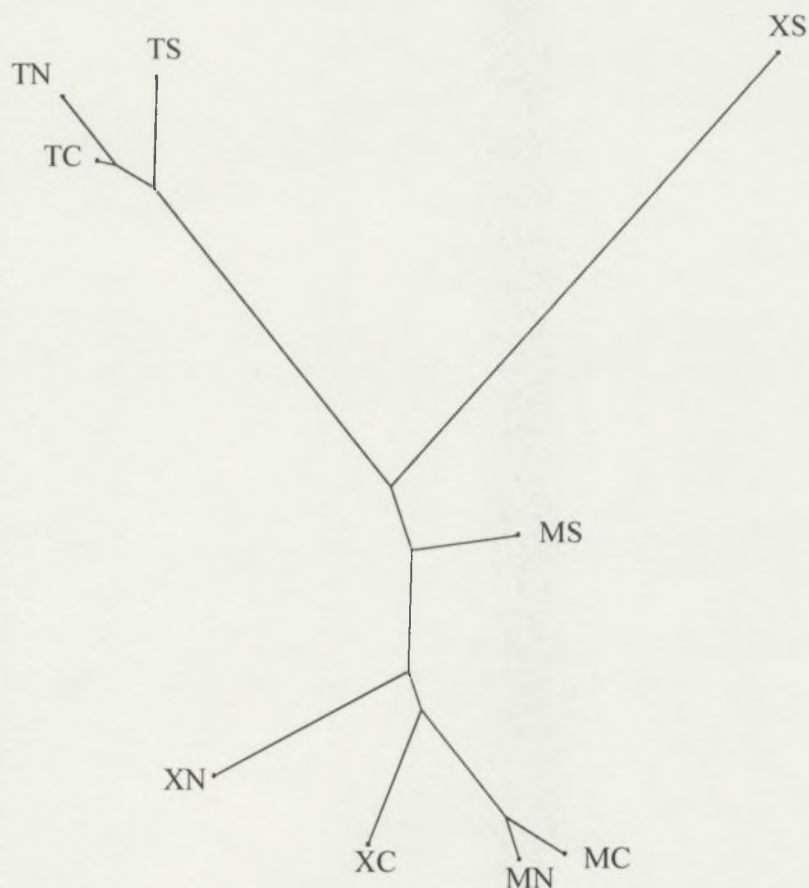


Figura 4. Diversidad isoenzimática. Clasificación arbórea de todas las combinaciones taxones/región (método del vecino más próximo; distancia euclidiana). T: *P. tarminiana*; M: *P. tripartita* var. *mollissima*; X: *P. mixta*; N: Norte; C: Centro; S: Sur.

El análisis de agrupación separa claramente *P. tarminiana* de las otras dos especies (figura 4). En las otras dos especies, los componentes inter-específico y geográfico de diferenciación interfieren. Dos grupos de *P. tripartita* var. *mollissima* (Norte y Centro) se agrupan. Los dos grupos correspondientes de *P. mixta* muestran un patrón similar pero con mayor divergencia. Los grupos del Sur divergen aún más para las dos especies.

En conclusión, todos los análisis convergen. La variación isoenzimática es muy pobre para las dos curubas cultivadas, particularmente en el Norte. La variación es mucho más importante, en todos sus componentes, en *P. mixta*. El Sur es la región de mayor diversidad para todas las especies. La diferenciación entre *P. mixta* y *P. tripartita* var. *mollissima* aparece limitada, en comparación con su diferenciación geográfica. Al contrario, se diferencian claramente de *P. tarminiana*.

4.3.5. Análisis de la diversidad con marcadores AFLP

A partir de los resultados obtenidos con isoenzimas, se definió una muestra para estudiar la diversidad con una técnica más potente, a nivel del ADN. Esta técnica permite usar también material secado, facilitando la inclusión de especies menos comunes, difíciles de introducir en colección. La muestra se elaboró con nuevos objetivos: (1) profundizar el estudio de la diversidad genética dentro del subgénero *Tacsonia*, tanto entre su componente específico como en su componente geográfico, y (2) comparar las distancias genéticas dentro de *Tacsonia* con las distancias genéticas entre este subgénero, el subgénero *Passiflora*, también importante económicamente, y el subgénero monoespecífico *Manicata*, considerado intermedio entre *Tacsonia* y *Passiflora*. Las diez secciones del subgénero *Tacsonia* están representadas por las mismas especies que en el estudio enzimático, más el híbrido *P. x rosea* y las especies *P. tenerifensis*, *P. parritae*, *P. fimbratistipula*, *P. trifoliata* y *P. gracilens*. El subgénero *Passiflora* está representado por accesiones de *P. edulis* f. *flavicarpa* (serie *Incarinatae*), *P. popenovii* (serie *Laurifoliae*), *P. ligularis* y *P. tiliifolia* (serie *Tiliifoliae*). *P. alnifolia* y *P. trinervia*, de los subgéneros *Decaloba* y *Psylanthus*, a priori más distantes, sirven de referencia adicional.

Las dos mejores de las 14 combinaciones de cebadores ensayadas permitieron generar entre 34 y 80 fragmentos de ADN por genotipo, con un total de 260 sobre la muestra global. En las especies más comunes y mejor representadas, *P. mixta* muestra claramente un polimorfismo más alto que las especies cultivadas. De las 91 bandas observadas en esta especie, sólo 15 aparecen comunes a todas las accesiones, mientras las 76 otras son polimórficas. En comparación *P. tripartita* var. *mollissima* muestra 87 bandas, 15 de ellas polimórficas, y *P. tarminiana* 74 bandas, 41 de ellas polimórficas. *P. pinnatistipula* sólo muestra 11 bandas polimórficas sobre 53.

La figura 5 muestra el análisis de la diversidad global. Las especies más comunes del subgénero *Tacsonia*, *P. tripartita* var. *mollissima*, *P. tarminiana*, *P. mixta* y *P. cumbalensis* aparecen cercanas y agrupadas por especie. Las distancias intra-grupos son importantes en comparación con las distancias entre grupos. El polimorfismo de *P. mixta* se manifiesta por su división en un grupo del norte, incluyendo tres accesiones de Venezuela y Colombia, y un grupo del sur con dos accesiones de Ecuador y Perú. Las curubas cultivadas, *P. tripartita* var. *mollissima* y *P. tarminiana*, forman grupos independientes a la misma distancia de *P. mixta* y *P. cumbalensis*. En estos dos grupos también, se reconoce una estructura geográfica similar a la de *P. mixta*, con las accesiones del Sur a cierta distancia de las del Norte, estas últimas mostrando menor variación entre ellas.

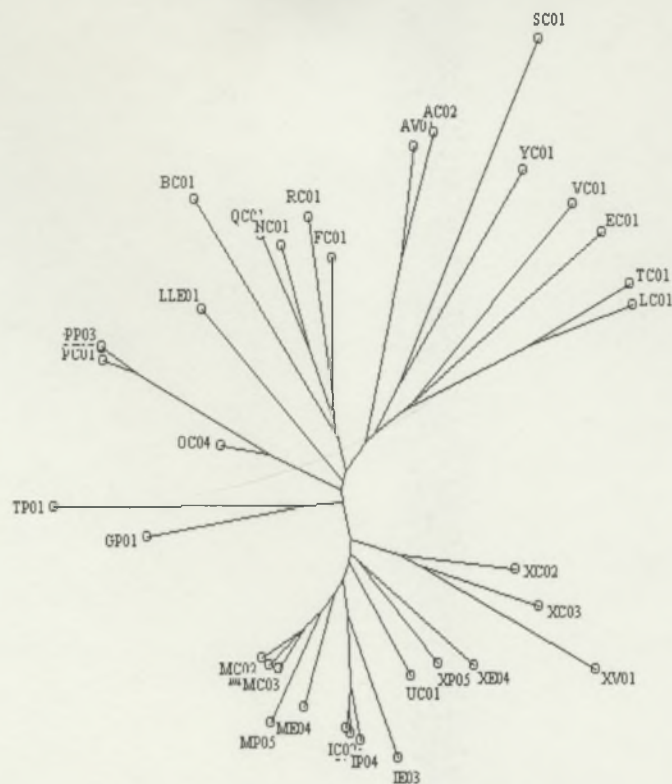


Figura 5. Dendrograma obtenido con marcadores AFLP. Las primeras letras de las accesiones se refieren a la especie (X para *P. mixta*, U para *P. cumbalensis*, I para india, M para *P. t. mollissima*, P para *P. pinnatistipula*, O para *P. x rosea*, N para *P. tenerifensis*, R para *P. parritae*, F para *P. fimbratistipula*, LL para *P. ampullacea*, T para *P. trifoliata*, G para *P. gracilens*, A para *P. manicata*, E para *P. edulis*, L para *P. ligularis*, D para *P. tiliifolia*, V para *P. Popenovii*, S para *P. alnifolia*, and Y para *P. trinervia*). La segunda letra se refiere al país de origen (V para Venezuela, C para Colombia, E para Ecuador, P para Perú, y B para Bolivia). El número se refiere al número de la accesión.

Las otras especies del subgénero *Tacsonia* aparecen más distantes. *P. trifoliata* y *P. gracilens* forman un primer grupo laxo, después vienen *P. pinnatistipula* y *P. x rosea*, su híbrido con *P. tripartita* var. *mollissima*, luego *P. ampullacea*. El último grupo del subgénero *Tacsonia* está conformado por las accesiones de *P. antioquiensis*, *P. tenerifensis*, *P. parritae* y *P. fimbratistipula*, con *P. bracteosa* un poco más distante. Las especies de los otros subgéneros se encuentran un poco más lejos, a una distancia comparable a la que se observa dentro del subgénero *Tacsonia*, aún cuando se podía esperar una diferenciación más marcada. El primer nudo separa las accesiones de *P. manicata*, y el siguiente a *P. alnifolia*, de las accesiones del subgénero *Passiflora*. Entre éstas, sólo *P. tiliifolia* (granadilla tripona) y *P. ligularis* (granadilla dulce) muestran afinidad.

4.3.6. Estudio citogenético

Para el subgénero *Tacsonia*, los estudios citológicos son muy escasos. Sólo se ha determinado el número cromosómico en *P. tripartita* var. *mollissima* (Bowden, 1945; Storey, 1950), *P. mixta* (La Cour, 1952; Melo *et al.*, 2001), *P. tripartita* var. *tripartita* (Hesier, 1963, citado por Snow y MacDougal, 1993), *P. antioquiensis* (Snow y MacDougal, 1993) y *P. cumbalensis* var. *goudotiana* (Katto y Escobar, 1999), todas ellas con $2n=18$. Storey (1950) evaluó el número cromosómico para *P. tripartita* var. *mollissima* proveniente de Hawaii, pero la descripción del material (La Rosa, 1984) indica que corresponde a *P. tarminiana* (Coppens d'Eeckenbrugge *et al.* 2001). Snow y MacDougal (1993) reportaron la posible presencia de uno o dos satélites en los cromosomas de *P. antioquiensis*. Katto y Escobar (1999) calificaron los cromosomas de dos accesiones de curuba (*Passiflora* sp.) y una de *P. cumbalensis* var. *goudotiana* como metacéntricos. Melo *et al.* (2001) describieron los cromosomas de *P. mixta* como pequeños y la interfase nuclear en mitosis del tipo areticulada, con seis a ocho cromocentros. Escobar (1981) evaluó la viabilidad en híbridos del subgénero *Tacsonia* y Suárez y Cabezas (1992) en *P. tripartita* var. *mollissima*.

Considerando la poca información acerca de su citogenética, este trabajo tuvo por objetivos establecer un protocolo para estudios de cromosomas meióticos para el subgénero *Tacsonia*; determinar las diferencias entre los comportamientos cromosómicos durante la meiosis de las especies *P. tripartita* var. *mollissima*, *P. tarminiana* y *P. mixta* y sus híbridos, y evaluar la viabilidad de polen.

Los materiales comprendieron las accesiones VA 7-2 (*P. tarminiana*), VA-4 y Tesorito (*P. tripartita* var. *mollissima*), VA 3-1 y VA 9-4 (*P. mixta*), y los híbridos *P. mixta* x *P. tripartita* var. *mollissima* (M x C), *P. tarminiana* x *P. tripartita* var. *mollissima* (I x C) y *P. tripartita* var. *mollissima* x *P. tarminiana* (C x I). VA 9-4 corresponde al tipo silvestre más común de *P. mixta* en el valle de Tenerife, mientras VA 3-1 fue colectada en huerto casero donde había sido trasplantada por el productor, presentando ciertas características que sugieren una introgresión con *P. tripartita* var. *mollissima*, como pubescencia, forma y color de los frutos y pulpa amarillenta. Este carácter híbrido fue confirmada por el análisis discriminante (cfr. sección 4.3.4.).

Los botones florales fueron colectados entre las 9 y 11 a.m. y fijados en Farmer durante 22 horas a 4 °C, transferidos a etanol a 70% y almacenados en baja temperatura, siendo la solución renovada después de 24 horas. Para establecer un protocolo adecuado para estudios de los cromosomas durante la meiosis fueron empleadas diferentes metodologías de preparación de las placas y técnicas de coloración. En paralelo, fue establecida la relación tamaño del botón floral y de la antera versus fases meióticas observadas. Para los estudios de la viabilidad de polen fueron empleados acetocarmín a 1% y el reactivo de Alexander. En la determinación del comportamiento meiótico fue evaluado un número mínimo de 1046 células por accesión, considerándose de la profase I a tetradas de microsporos. En la viabilidad polínica fueron evaluadas diez flores por planta (cinco por colorante) y cinco campos por placa. El análisis del comportamiento meiótico se basó en los porcentajes de las irregularidades observadas en cada fase. Para el estudio de la viabilidad polínica, los datos se sometieron a una transformación angular para el análisis de varianza.

Entre las metodologías, la técnica desarrollada de corte longitudinal y tinción con aceto-carmín al 2% fue la que se mostró mas adecuada. Así, hemos establecido un punto de partida para estudios de meiosis en el subgénero. No hubo diferencia significativa para la relación tamaño del botón floral y antera versus fases meióticas. El tamaño mínimo del botón fue 7,8 mm y el máximo 9,5 mm. Para la antera, estos valores fueron 5,0 y 6,0 mm. Los intervalos entre los tamaños del inicio y el final del proceso meiótico variaron desde 0,2 mm para *P. tripartita* var. *mollissima* (VA 4-1) y el híbrido C*I, hasta 0,9 mm para el híbrido M*C, mostrando diferencias en la velocidad del proceso meiótico entre las especies, lo cual puede incidir en la compatibilidad y en la fertilidad de sus híbridos.

Para todas las accesiones el número cromosómico en diacinesis fue $2n=18$ cromosomas (figuras 6a-b), confirmando los conteos de Bowden (1945) en *P. tripartita* var. *mollissima* y de La Cour (1952) y Melo *et al.* (2001) en *P. mixta*. Además, nuestros conteos permitieron definir de manera inequívoca el número cromosómico de $2n=18$ en *P. tarminiana*. Aunque la presencia de 9II ocurrió en la mayoría de los meiocitos, diferentes asociaciones cromosómicas fueron registradas (tabla 2). Casos de aneuploidía ($2n+1$ y $2n-1$) fueron constatados en *P. tarminiana* y en el híbrido C*I (figura 6c) y tetravalentes en M*C (figura 6d). El número de univalentes (figura 6d) varió de 2 a 8 por célula, con diferentes frecuencias en los distintos genotipos. Los híbridos entre *P. tripartita* var. *mollissima* y *P. tarminiana* mostraron una frecuencia menor de univalentes (I*C 24,2 % y C*I 17,2 %) en comparación con sus progenitores (26,8 % y 28,7 % respectivamente). Al contrario M*C presentó una frecuencia más alta de univalentes (32,9 %), mientras que *P. mixta* presentó las más bajas (13,8 y 13,6 %). Este contraste sugiere una menor compatibilidad del genoma de *P. tripartita* var. *mollissima* con *P. mixta* que con *P. tarminiana*. La formación de univalentes en nuestras accesiones puede estar influenciada por una baja frecuencia o terminación precoz de quiasmas, o falta de homología entre los cromosomas. El apareamiento de cromosomas de diferentes tamaños, observado más especialmente en M*C, constituye otro indicio de una falta de homología. Las fallas en las asociaciones también pueden estar reflejando un mecanismo específico de aislamiento de las especies, para mantener su configuración genómica. Así la frecuencia de univalentes en M*C se puede relacionar con la conservación de las especies parentales a pesar de su distribución simpátrica y de la frecuencia de formación de híbridos de primera generación. Schoeniger (1986) mostró que anomalías graves aparecen en el desarrollo de los híbridos de segunda generación.

Tabla 2. Asociaciones cromosómicas observadas en la diacinesis de las diferentes accesiones del subgénero *Tacsonia* evaluadas (datos en %).

Accesiones	9 II	9 II+1 B	2 I+8 II	1 I+8 II	3 I+7 II	4 I+7 II	6 I+6 II	8 I+5 II	2 I+6 II+1 IV	8 I+3 II+1 IV	Total Células
<i>P. tarminiana</i> VA 7-2	71,3	0,7	22,8	0,7		3,7	0,7				136
<i>P. t. var. mollissima</i> VA 4-1	73,2		22,8			4,1					123
<i>P. t. var. mollissima</i> (Tesorito)	76,7		15,5			7,0		0,8			129
<i>P. mixta</i> VA 3-1	86,2		12,2			1,6					123
<i>P. mixta</i> VA 9-4	86,4		10,2			3,4					118
M*C VA 15	67,1		20,6			7,7	2,6	0,7	0,7	0,6	155
I*C VA 16	75,8		18,2			5,3	0,8				132
C*I VA 14	82,8		11,2		0,9	4,3	0,9				116

Todos los materiales presentaron características comunes, pero con algunas irregularidades y/o comportamientos diferenciados en ciertos eventos de las demás fases meióticas, en frecuencia variable, como presentado en la tabla 3.

Tabla 3. Frecuencias de las irregularidades en las diferentes fases del ciclo meiótico para las accesiones evaluadas del subgénero *Tacsonia*. Valores en porcentaje. El número de células evaluadas para cada accesión en cada fase se indica entre paréntesis.

Accesiones	Profase I	Metafase I	Anafase I	Telofase I	Profase II	Metafase II	Anafase II	Telofase II	Tetradas
<i>P. tarminiana</i> VA 7-2	28,7 (136)	11,9 (244)	18,2 (88)	6,4 (125)	15,5 (71)	14,3 (91)	16,7 (48)	31,2 (231)	26,7 (955)
<i>P. t. var.</i> <i>mollissima</i> VA 4-1	26,8 (123)	33,5 (191)	18,7 (107)	6,8 (117)	25,3 (87)	13,3 (45)	13,6 (44)	22,3 (224)	10,7 (1084)
<i>P. t. var.</i> <i>mollissima</i> (Tesorio)	23,3 (129)	24,5 (53)	21,0 (81)	5,6 (89)	18,8 (80)	25,0 (40)	35,7 (28)	36,1 (230)	12,4 (316)
<i>P. mixta</i> VA 3-1	13,8 (123)	14,8 (344)	9,4 (117)	10,1 (69)	12,1 (107)	6,9 (189)	6,9 (29)	24,6 (244)	15,6 (860)
<i>P. mixta</i> VA 9-4	13,6 (118)	36,6 (202)	38,1 (21)	2,0 (50)	33,3 (180)	11,0 (236)	10,9 (119)	27,9 (233)	16,7 (827)
M*C VA 15	32,9 (155)	31,7 (126)	41,0 (105)	4,1 (121)	39,7 (126)	17,0 (53)	23,5 (34)	36,8 (277)	6,3 (613)
I*C VA 16	24,2 (132)	14,5 (235)	11,3 (97)	25,2 (103)	33,8 (80)	6,7 (193)	18,8 (64)	38,6 (329)	7,7 (1948)
C*I VA 14	17,2 (116)	15,8 (613)	3,0 (133)	19,9 (156)	25,8 (128)	4,7 (64)	20,0 (15)	33,6 (235)	3,6 (767)

En las metafases y anafases, la irregularidad más común fue la asincronía en la migración de los cromosomas (figura 7a), a veces con formación de puentes cromosómicos. La alta frecuencia de este fenómeno en la accesión de *P. mixta* (VA 9-4) se puede relacionar con una posible introgresión con *P. tripartita* var. *mollissima*, tal como lo indica su fenotipo. De acuerdo a nuestros resultados la mayoría de los cromosomas que presentaron asincronía en la migración se reintegraron al núcleo. En los otros casos formaron micronúcleos (figuras 7b y 8b). Una situación similar fue reportada por Koduru y Rao (1981) en varias especies de angiospermas y por Khan *et al.* (1991) en especies de *Solanum*. Estos micronúcleos dieron origen a microcitos (figura 7c), como se observó en *P. tripartita* var. *mollissima* y en I*C. Como consecuencia, granos de polen de diferentes tamaños y estériles fueron observados junto a polen viable (figura 7d).

Degeneramiento citoplasmático similar a apoptosis (figuras 7e-g), eliminación cromosómica y/o citoplasmática (figuras 7h-i), presencia de micronúcleos adicionales al nucleolo (figuras 8a-b) y asociaciones cromosómicas secundarias en el plano metafásico (figura 8c) también ocurrieron. El primer y tercero fenómenos fueron comunes a todos los materiales, el segundo se observó en los híbridos y el último solamente en M*C. El degeneramiento citoplasmático puede corresponder a muerte celular programada, involucrando la activación de proteasas (Buckner *et al.*, 1998). La eliminación cromosómica es un fenómeno frecuente en embriones de híbridos interespecíficos e intergenéricos (Singh, 1993). Según Davis (1974) esta eliminación puede ser debida a incompatibilidad entre citoplasma y cromosomas exóticos o a incompatibilidad del aparato metabólico entre dos especies. El número de micronúcleos adicionales varió de uno a seis por célula. De acuerdo a Giménez-Abian *et al.* (1998) el mayor número de nucleolos o la presencia de micronúcleos en tetraploides se debe a una activación de las regiones de organización nucleolar (RON) que son normalmente reprimidas en un ciclo celular diploide. La presencia de micronúcleos en las tres especies e híbridos analizados sugiere la existencia de varios cromosomas satelitados, como también reportado por Snow (1993) en *P. antioquiensis*, o con RON no aparente.

Todos los materiales presentaron diferentes posiciones relativas entre los husos en meiosis II, siendo paralelos, convergentes y perpendiculares (figuras 8d-f). Las mismas llevaron a una ubicación diferencial de los núcleos telofásicos, resultando en diferentes tipos de tetradas, es decir, isobilaterales, tetraédricas y entrecruzadas. Casos de restitución nuclear como consecuencia de la ubicación de husos ocurrieron, tanto en meiosis II como en I (figura 8b). La diversidad de arreglos indica que no está fijado el gen o conjunto de genes que controla esta etapa del proceso. Igualmente, las especies aquí evaluadas aún no parecen tener una clara definición del patrón de sus tetradas, al contrario de las especies *P. caerulea* L., *P. mooreana* Hook (subgénero *Passiflora*), *P. foetida* L., *P. chrysophylla* Chood. (subgénero *Dysosmia*), *P. misera* HBK. y *P. suberosa* L. (subgénero *Decaloba*) que siguen un patrón tetraédrico (Amela García *et al.*, 2001). Considerando el arreglo tetraédrico como primitivo (Crane, 1990), esta diversidad sugiere un proceso evolutivo en las especies evaluadas.

Las pruebas de coloración indican una alta viabilidad del polen (tabla 4), siendo mayor en los híbridos que en los parentales, lo cual concuerda con las observaciones de Escobar (1981). Por otro lado, las tasas de coloración de 77,0 y 80,5 % encontradas en *P. tripartita* var. *mollissima* contrastan con los 90 a 95% reportados por Suárez y Cabezas (1992). En nuestro caso, aunque hubo alta frecuencia relativa de irregularidades en el proceso meiótico, con mayor incidencia en *P. tripartita* var. *mollissima*, *P. mixta* (VA 9-4) y el híbrido M*C, la viabilidad del polen resultó alta. La falta de correspondencia entre la frecuencia de las irregularidades y la viabilidad polínica se puede explicar por la reintegración al núcleo de los cromosomas adelantados y/o retardados, o la eliminación rápida de las irregularidades más graves a través de degeneramiento de los microsporocitos afectados. Como estos últimos no llegan a un estado postmeiótico, no están contabilizados en la estimación de la viabilidad. Las consecuencias de tales irregularidades son necesariamente más graves en la megasporogénesis, lo cual podría explicar la baja producción de frutos en los híbridos de *P. tripartita* var. *mollissima* y *P. mixta* reportada por Schoeniger (1986) y observada en las plantas del presente estudio (datos no publicados).

Tabla 4. Promedios de los porcentajes de viabilidad del polen para las diferentes accesiones de subgénero *Tacsonia*.

Accesión	Viabilidad de pólen
<i>P. tripartita</i> var. <i>mollissima</i> (Tesorito)	77,0 ^{A*}
<i>P. tripartita</i> var. <i>mollissima</i> VA4 -1	80,5 ^A
<i>P. tarminiana</i> VA 7-2	83,5 ^{AB}
I*C VA 16	93,9 ^{BC}
M*C VA 15	95,8 ^{BC}
<i>P. mixta</i> VA 9-4	96,0 ^{BC}
<i>P. mixta</i> VA 3-1	96,2 ^{BC}
C*I VA 14	98,0 ^C

Letras distintas indican diferencias significativas. Test de Tukey.

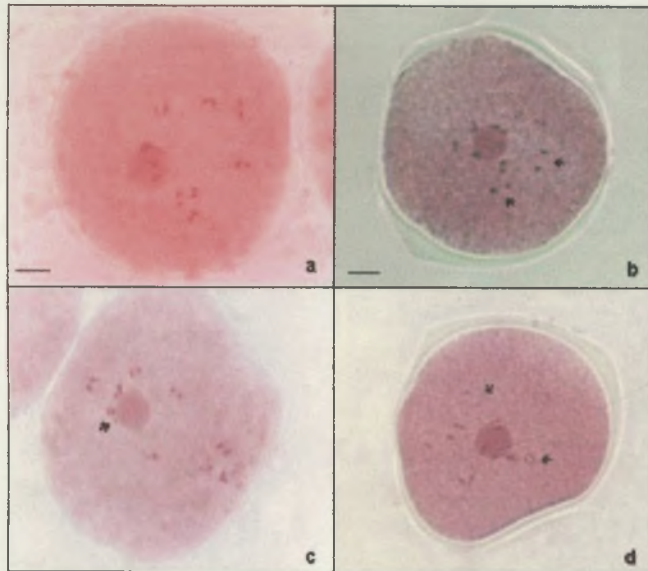
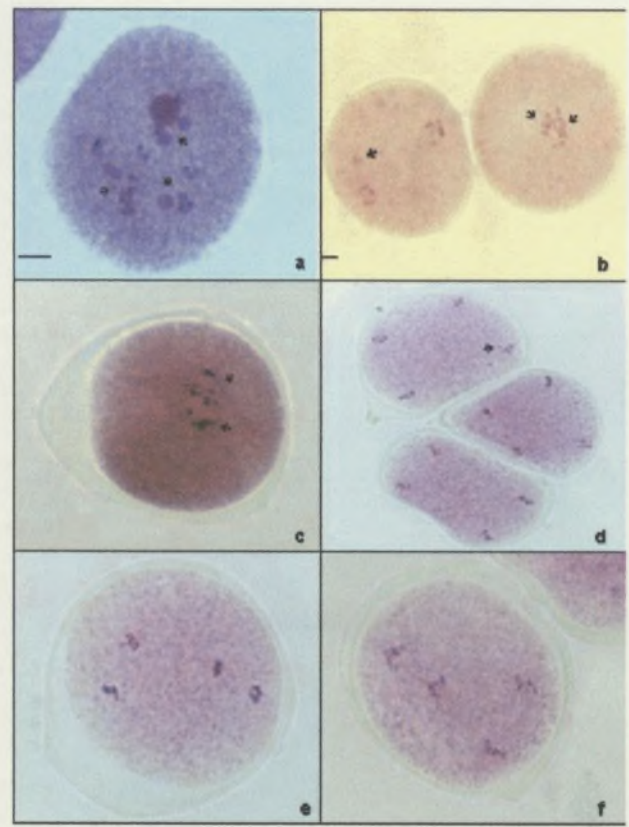
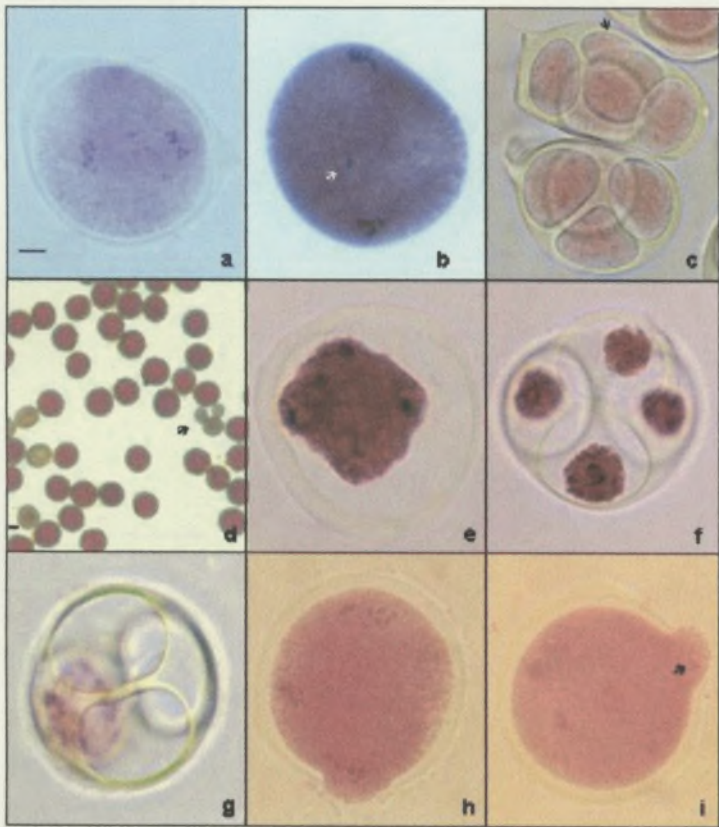


Figura 6. a-b) Número cromosómico $2n=18$ en *P. tarminiana* y en el híbrido C*I. Formación de univalentes en (b, flechas); c) aneuploidia del tipo $2n+1$; d) presencia de univalentes (flecha superior) y tetravalentes (flecha inferior). Meiocitos en diacinesis. Escala = $2\mu\text{m}$.

Figura 7. a) migración cromosómica asincrónica (cromosomas retardados) en anafase I; b) micronúcleo en telofase I (flecha); c) tetrada de microsporos exhibiendo microcito (flecha); d) polen viable (rojo) y no viable, los granos menores resultantes de microcitos (flecha); e-f) degeneramiento citoplasmático al final de meiosis II; h-i) eliminación cromosómica y citoplasmática (flechas). Escala = $2\mu\text{m}$.

Figura 8. a) micronucleolos (flechas) en diacinesis; b) profase II presentando micronúcleos (izquierda) y micronucleolos (derecha), en este caso con núcleos restituidos; c) asociaciones cromosómicas secundarias en metafase I; d-f) distintos patrones de husos en meiosis II, paralelos (d), convergentes y perpendiculares, que resultaron en diferentes patrones de tetradas. Escala = $2\mu\text{m}$.



El presente estudio citogenético indica mayor divergencia de *P. tripartita* var. *mollissima* con *P. mixta* que con *P. tarminiana*. Las irregularidades más frecuentes en el híbrido M*C, como diferencia de tamaño entre los cromosomas de un bivalente y formación de univalentes en profase meiótica, asincronía en la migración cromosómica en metafases y anafases, y mayor duración del ciclo meiótico, son indicios de un menor grado de homología entre las especies parentales. Del mismo modo, las irregularidades en la migración cromosómica fueron más frecuentes en la accesión VA 9-4 de *P. mixta*, cuyo fenotipo muestra rasgos de *P. tripartita* var. *mollissima*, que en la accesión VA 3-1, más representativa del tipo silvestre.

La meiosis de las tres especies presentó diferencias significativas en comparación con resultados obtenidos anteriormente en otros subgéneros, como cromosomas más pequeños que en las otras especies con el mismo número cromosómico (Melo *et al.* 2001) y diversidad en el patrón de tetradas. Para verificar si éstas son características del subgénero *Tacsonia* se necesitarían estudios similares en un mayor número de plantas y especies. Por otra parte, la presencia de micronucleolos y la eliminación de cromosomas es reportada por primera vez en *Passiflora*. Un estudio profundizado de estos comportamientos diferenciales, implicando el empleo de otras técnicas de observación, permitirá entender mejor los procesos de especiación y evolución en el género.

4.3.7. Diversidad morfológica en el subgénero *Passiflora*

El análisis se llevó a cabo sobre una muestra original de 132 individuos de 56 accesiones, de *P. edulis*, *P. cincinnata* (serie *Incarinatae*), *P. ligularis*, *P. tiliifolia*, *P. maliformis* (serie *Tiliifoliae*), *P. alata*, *P. quadrangularis* (serie *Quadrangulares*), *P. caerulea*, *P. gibertii*, *P. subpeltata* (sección *Lobatae*), *P. bahiensis* (serie *Serratifoliae*) y *P. serrato-digitata* (sección *Digitatae*). Para el estudio de la diversidad a nivel del subgénero, se excluyeron los datos de las accesiones de *P. adenopoda* y *P. trifasciata* (subgénero *Decaloba*) porque su presencia afectaba la coherencia de la clasificación final. También se seleccionaron sólo 21 plantas de 7 accesiones de *P. edulis* f. *flavicarpa*, buscando la mejor representación geográfica de este cultigen, para evitar un desequilibrio excesivo en la representación de las diferentes especies. El procesamiento de los datos de caracterización siguió la misma metodología presentada en la sección 4.3.3. sobre diversidad de las curbas.

La descomposición de la varianza permitió seleccionar 32 variables y seis relaciones con índice de repetibilidad superior a 0,50. El análisis de componentes principales determinó ocho factores con un valor propio superior a 1, los cuales explican 85% de la varianza total. Los dos primeros de estos ejes están relacionados con el tamaño general de la flor (copa, corola, corona y ovario) y la forma de la hoja (número y fineza de los lóbulos). Otros caracteres generales que contribuyen de manera apreciable al resto de la variación global son el tamaño de las estípulas y de la arista terminal, el número y la posición de los nectarios, la longitud del pedúnculo, del pedicelo, del tubo floral, de los filamentos estaminales, del ginóforo y del opérculo, y la orientación de la flor.

La clasificación basada en los ocho componentes principales muestra una clara separación entre las especies (figura 9). Sólo *P. ligularis* (granadilla cultivada) y *P. tiliifolia* (granadilla tripona) muestran una fuerte afinidad morfológica. Dos especies igualmente parecidas a primera vista, *P. alata* (maracuyá dulce) y *P. quadrangularis* (badea), se diferencian mucho más claramente. Igualmente las dos formas de *P. edulis* (maracuyá) están perfectamente separadas. Ciertas ramas del dendrograma corresponden a las secciones de Killip (1938), como es el caso para *Quadrangulares* (*P. quadrangularis* y *P. alata*), *Tiliifoliae* (*P. tiliifolia* y *P. ligularis*), *Lobatae* (*P. caerulea*, *P. gibertii* y *P. subpeltata*). Al contrario, ciertas divergencias son sorprendentes, como la separación entre *P. edulis* y *P. cincinnata*, de la sección *Incarnatae*, y la independencia de *P. maliformis* que se distancia fuertemente de las otras dos *Tiliifoliae*. La segunda clasificación (figura 10), basada en 73 caracteres cualitativos y en los principales caracteres cuantitativos categorizados, lleva a una interpretación muy similar pero más clara. Muestra una mayor diversidad dentro de *P. edulis* f. *flavicarpa* y de *P. maliformis*, en ambos casos con poca estructuración por origen.

4.3.8. Variación morfológica en *Passiflora edulis*

Por la importancia económica de esta especie y su representación en las colecciones, el estudio se retomó sobre los datos de caracterización de todas las accesiones de maracuyá. Un primer análisis demostró la divergencia de los resultados obtenidos sobre *P. edulis* f. *flavicarpa* en la estación de Paraguaicito y en los otros sitios. Es lógico que, al reducir la diversidad genética de la muestra a un solo taxón de nivel infraespecífico, las variaciones ambientales tomen más importancia relativa. Paraguaicito se caracteriza por un ambiente menos abierto, más fresco y húmedo que en los otros sitios. Para reducir el impacto de las variaciones ambientales, se separaron los datos obtenidos en Paraguaicito de los obtenidos en PASSICOL y otros dos sitios similares. Los datos obtenidos *in situ* sobre *P. edulis* f. *edulis* se analizaron con los de Paraguaicito. Por una parte, las condiciones de este lugar son menos diferentes de los ambientes montañosos donde crece el maracuyá púrpura (menor temperatura, mayor disponibilidad de agua), por otra parte las diferencias más marcadas entre las dos formas son cualitativas y altamente heredables. Entre las variables que contribuyen a los principales componentes de la variación en esta muestra, se escogieron los tamaños de estípulas, hojas, brácteas, el diámetro del tubo floral, la longitud del hipantio, del pedicelo y de los filamentos estaminales, el número de series de la corona y la orientación de la flor. Estas variables fueron categorizadas y agregadas a las variables cualitativas. En la matriz de datos resultante, unas variables contribuyen particularmente a la separación de las dos formas botánicas de *P. edulis*: longitud de la corola, longitud y color de las estípulas, de los filamentos estaminales y del ovario, pigmentación del androginóforo y orientación de la flor, además del carácter diagnóstico de la dos formas (presencia de glándulas en los sépalos). El dendrograma presentado en la figura 11 muestra una clara separación entre las dos formas. Ambas muestran mucha diversidad entre las accesiones, cuyas plantas tienden a agruparse. Sin embargo, en unos casos (e.g. Par23 y Par40), las distancias entre plantas de una misma accesión puede superar las distancias entre accesiones. Por otra parte, no se observa una estructuración geográfica de la diversidad y las accesiones, y las accesiones brasileñas y peruanas están relativamente esparcidas entre todas las accesiones colombianas.

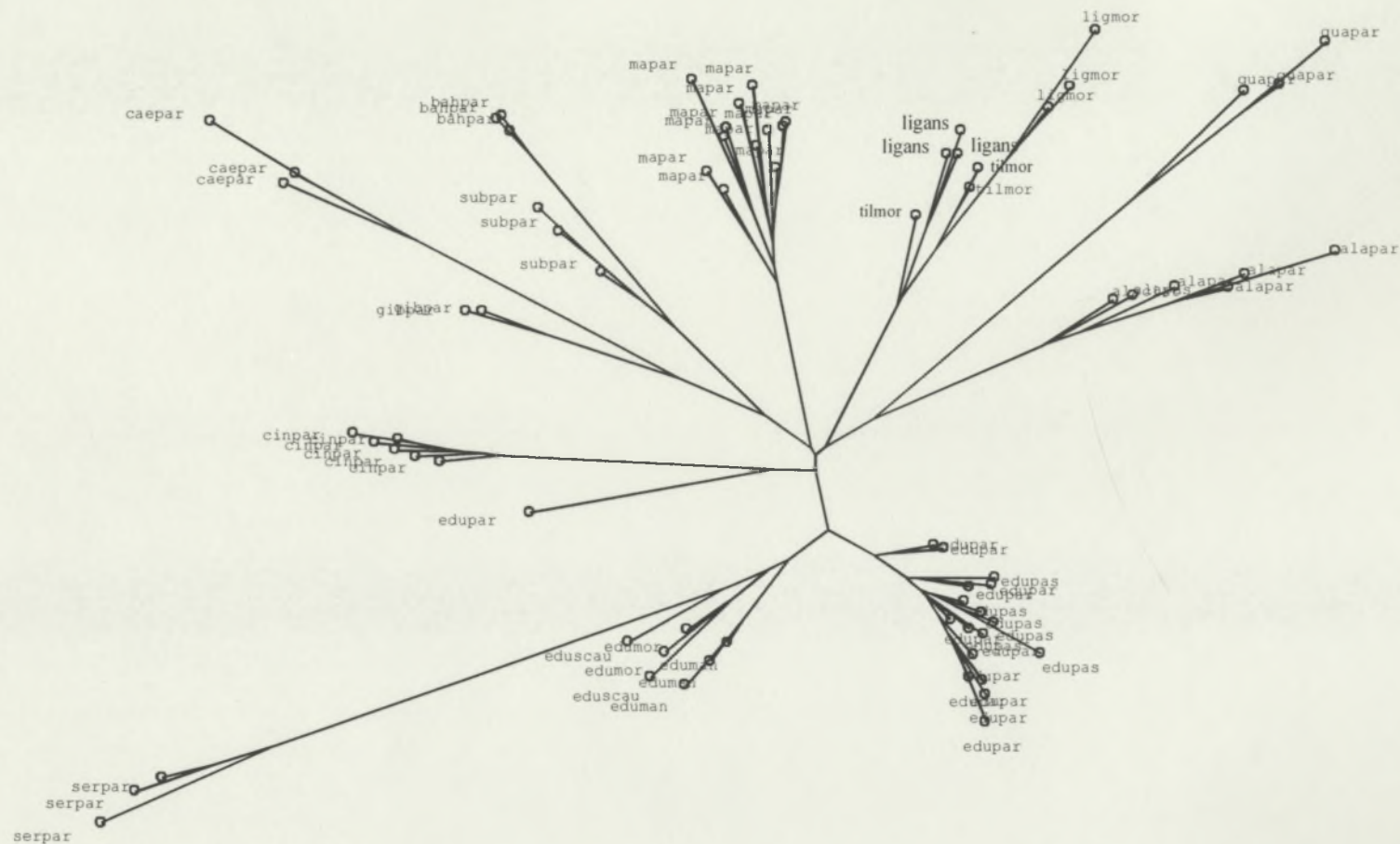


Figura 9. Clasificación arbórea de las accesiones del subgénero *Passiflora*, basada en los ocho componentes principales de la varianza (método del vecino más próximo, distancia euclidiana). Los individuos se identifican por una combinación de especie y de colección: cae (*P. caerulea*), bah (*P. bahiensis*), ma (*P. maliformis*), lig (*P. ligularis*), til (*P. tiliifolia*), qua (*P. quadrangularis*), ala (*P. alata*), edu (*P. edulis*), ser (*P. serrato-digitata*), cin (*P. cincinnata*), par (Paraguaicito), ans (Anserma), man (Manizales), mor (Moral), pas (PASSICOL), cau (Cauca). Así, caepar, designa un individuo de *P. caerulea*, de la colección de Paraguaicito.

Los datos colectados en la colección de PASSICOL y en otros sitios, únicamente sobre accesiones de *P. edulis* f. *flavicarpa*, muestran variación en un número aún más reducido de caracteres. Nuevamente el dendrograma (figura 12) tiende a agrupar las plantas por accesiones, con algunos casos de segregación entre ramas diferentes y la estructuración geográfica es poco clara. Las accesiones brasileñas están esparcidas entre cuatro ramas, mientras las dos accesiones peruanas se juntan en una sola.

En conclusión, la clara separación entre las dos formas de *P. edulis* se suma a la diferencia en sus exigencias ecológicas para crear una duda sobre su pertenencia a una misma especie. Efectivamente, los materiales hawaianos, que se introdujeron con este cultivo comercial en Colombia, habían pasado por hibridaciones entre ellas, y hubiera sido lógico encontrar fenotipos intermedios. Al contrario, sólo observamos la introgresión de unos pocos caracteres de *P. edulis* f. *edulis* en la forma *flavicarpa*, como la pigmentación roja de los frutos de ciertas accesiones. En lo que concierne el maracuyá amarillo, forma la más importante a nivel económico, la segregación de ciertas accesiones y la poca diferenciación geográfica no sorprenden en una especie esencialmente alógama (polinización entomogama y sistema de auto-incompatibilidad). Los movimientos de germoplasma entre productores de diferentes países y regiones también pueden explicar la ausencia de una estructura geográfica.

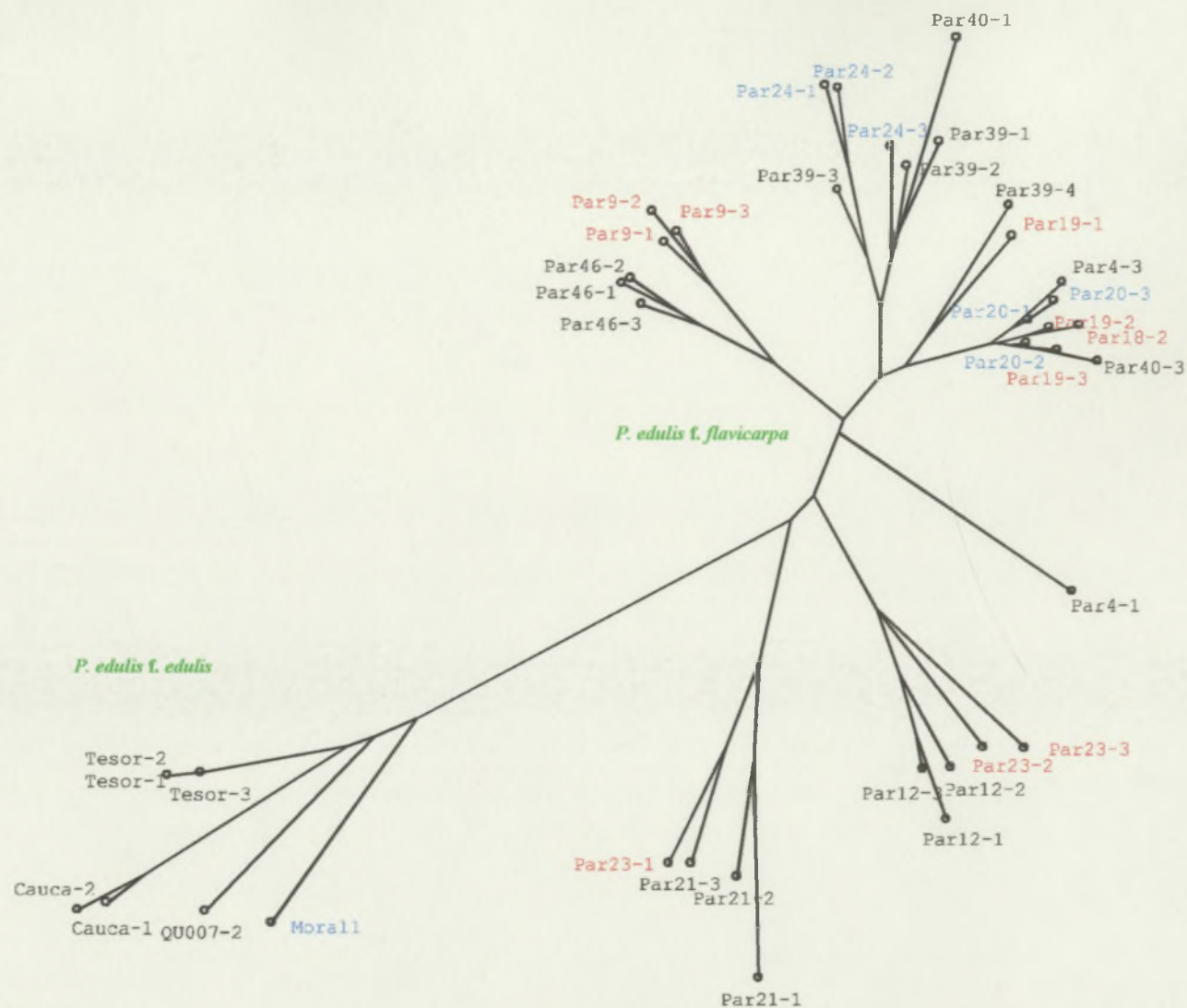


Figura 11. Clasificación arbórea de las accesiones de *P. edulis* de la colección de Paraguaicito, basada en los caracteres cualitativos, observados directamente o resultando de la categorización de los caracteres cuantitativos de mayor contribución a la varianza total (método del más próximo vecino, distancia de Sokal y Michener). Las accesiones de origen brasileño están realzadas en rojo, las peruanas en azul.

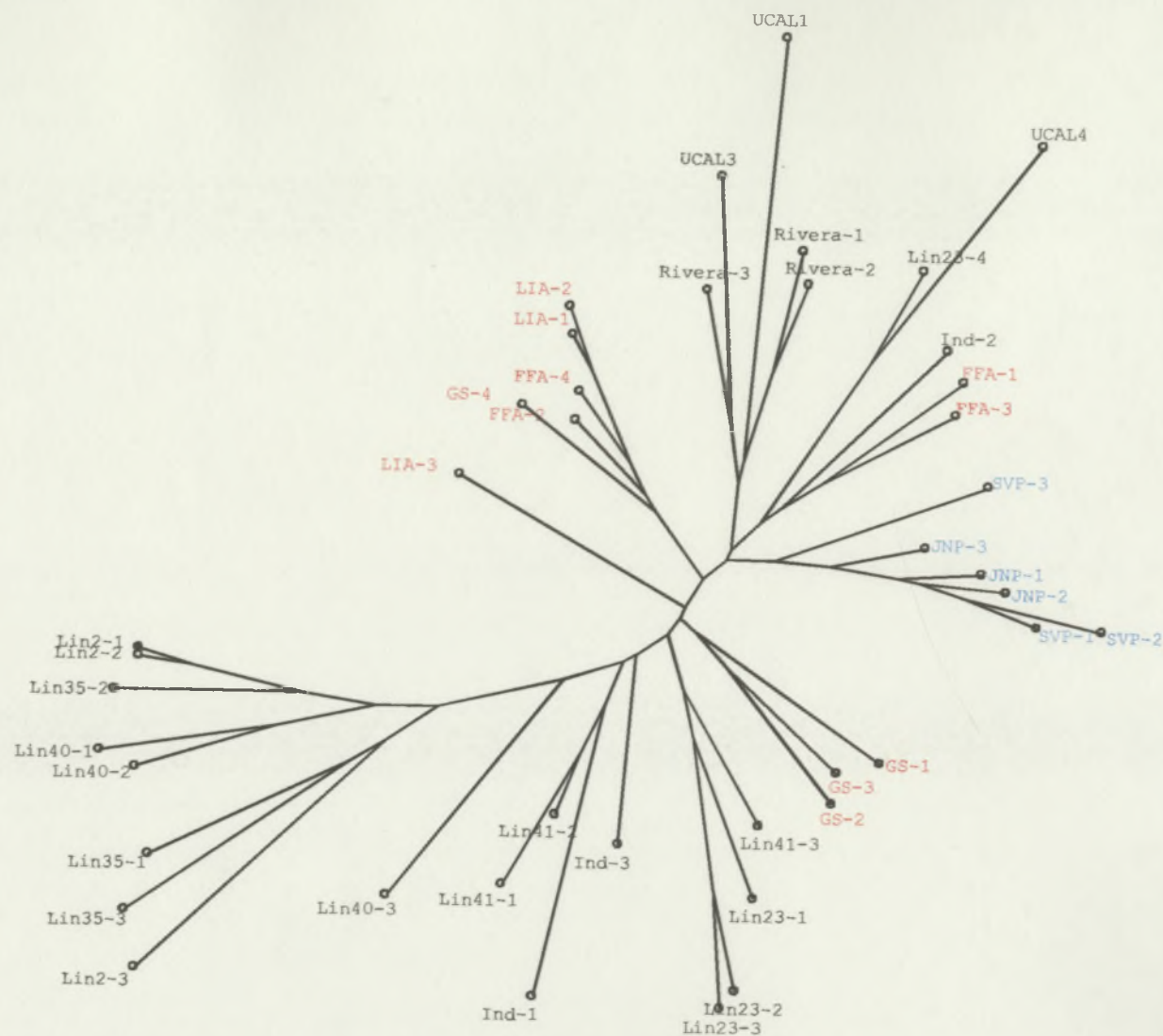


Figura 12. Clasificación arbórea de las accesiones de *P. edulis* de la colección de PASSICOL, basada en los caracteres cualitativos, observados directamente o resultando de la categorización de los caracteres cuantitativos de mayor contribución a la varianza total (método del más próximo vecino, distancia de Sokal y Michener). Las accesiones de origen brasileño están realzadas en rojo, las peruanas en azul.

4.3.9 . Conclusión general y perspectivas sobre los análisis de diversidad

4.3.9.1. *Subgénero Tacsonia*

Los análisis de diversidad, morfológica, isoenzimática y molecular confirmaron que *P. tarminiana* constituye una especie claramente distinta de las anteriormente conocidas. Su interés reside esencialmente en sus caracteres de productividad, calidad y rusticidad. Los mismos análisis muestran su afinidad con las tres otras especies más comunes: *P. tripartita* var. *mollissima*, *P. mixta* y *P. cumbalensis*. Las clasificaciones también concuerdan en separar el subgénero monoespecífico *Manicata* del subgénero *Tacsonia*, mientras confirmaron la inclusión en el primero de *P. antioquensis*, así como de especies menos comunes y/o menos típicas, como *P. tenerifensis*, *P. pinnatistipula*, *P. matthewsii*, *P. bracteosa*, *P. ampullacea*, *P. parritae*, *P. fimbratistipula*, *P. trifoliata* y *P. gracilens*. El uso de marcadores AFLP no permitió entender mejor las posiciones relativas de *Tacsonia* con otros subgéneros más lejanos, como *Passiflora* o *Decaloba*. Para este fin habría que usar marcadores menos variables.

La última clasificación del género *Passiflora* (Feuillet y McDougal, 1999) reubica el actual subgénero *Tacsonia* como una serie del subgénero *Passiflora*. Las tres especies estudiadas en el presente proyecto tienen cromosomas muy pequeños en comparación con los de las especies del subgénero *Passiflora*. Esta diferencia cuestionaría seriamente la nueva clasificación. Además la variación en ciertas etapas de la microgametogénesis indica un proceso evolutivo todavía muy activo. El interés de las observaciones llevó nuestro grupo a profundizar estos estudios, ampliando la muestra de accesiones por especie y el número de especies de ambos subgéneros y usando otras técnicas.

En el grupo de las cuatro especies más comunes, *P. tripartita* var. *mollissima* y *P. mixta* muestran particular afinidad, tanto con los marcadores morfológicos como isoenzimáticos. Esta relación aparece particularmente estrecha en el sur del Ecuador, donde la distribución de los descriptores isoenzimáticos y, menos clara la de los morfológicos, sugieren un importante flujo de genes entre estas especies. Sobre este punto de fundamental importancia para la conservación y la explotación de los recursos genéticos de las curubas, el estudio citogenético aporta una información aparentemente contradictoria, mostrando una mayor incompatibilidad del genoma de *P. tripartita* var. *mollissima* con *P. mixta* que con *P. tarminiana*. Además de demostrar una vez más el interés de las técnicas clásicas de citogenética (que desafortunadamente han caído en relativo desuso), esta aparente paradoja nos indica la necesidad de profundizar el estudio de las relaciones entre las especies. Por esta razón hemos iniciado un nuevo estudio con marcadores AFLP, sobre una muestra más importante de estas tres especies.

Los análisis de diversidad concuerdan sobre la importancia relativa de la variación intraespecífica de las especies que más nos interesan. *P. mixta* es la más variable, con una fuerte diferenciación geográfica. *P. tarminiana* es la menos variable. *P. tripartita* var. *mollissima* muestra una variabilidad intermedia. Curiosamente, las accesiones ecuatorianas de *P. tarminiana* y *P. tripartita* var. *mollissima* se diferencian morfológicamente, mientras las accesiones de más al sur, del Perú y de Bolivia, y más al

norte, de Colombia y Venezuela, no se diferencian. La mayor diversidad de *P. tripartita* var. *mollissima* y la presencia de sus tres variedades botánicas en el Ecuador sugieren que la curuba de Castilla tiene su origen en esta región. Su diversidad original se habría erosionado por la selección humana conjugada con una fuerte endogamia en su migración hacia el norte y, aún más, hacia el sur. Siendo una planta autocompatible, de poblaciones muy reducidas (huerto casero), propagada con la semilla de uno o muy pocos frutos, cada etapa de su migración se habría convertido en un nuevo cuello de botella. El origen de *P. tarminiana* es mucho más oscuro. Este cultigen no muestra variación significativa en ninguna región, y a pesar de su vigor y de su capacidad de crecer ocasionalmente en estado silvestre y de conquistar nuevos habitats, no parece formar verdaderas poblaciones naturales, ni tener un pariente silvestre muy cercano.

La estructura de la diversidad entre las tres especies impone diferentes estrategias de conservación de sus recursos genéticos. Concerniendo la conservación *ex situ*, las colectas deben enfocarse prioritariamente en el sur del Ecuador y norte del Perú. A nivel interespecífico, se debe priorizar la conservación de *P. mixta*, más polimórfica y que mantiene flujos genéticos con *P. tripartita* var. *mollissima*. Mientras que en los dos cultigenes la conservación se deberá centrar en la diversidad entre poblaciones, con una estratificación geográfica, en *P. mixta* deberá también tomarse en cuenta el polimorfismo intrapoblacional.

4.3.9.2. Subgénero *Passiflora*

El análisis de la diversidad no ha permitido evidenciar una clara estructura en el subgénero *Passiflora*. Esencialmente permitió una separación entre las especies, con pocas agrupaciones entre ellas. Así se asociaron las especies de las series *Quadrangulares* y *Lobatae* de la clasificación tradicional. En las *Tiliifoliae*, *P. tiliifolia* y *P. ligularis* se agruparon más claramente, pero *P. maliformis* formó un grupo aparte, a la vez diferenciado y diversificado. En las *Incarnatae*, las dos formas de *P. edulis* se separaron netamente de *P. cincinnata*. La complejidad del subgénero, la falta de información sobre la lógica de la clasificación tradicional y el hecho que la lista de los descriptores no ha sido desarrollada específicamente para estas especies muy variables, dificultan la interpretación de las contradicciones entre la clasificación fenética y la taxonomía.

El carácter que distingue las dos formas de *P. edulis* es la presencia de nectarios en los sépalos. El estudio de la diversidad de esta especie ha mostrado que existen muchas otras diferencias morfológicas. Estas y la diferencia de ecología crean una duda sobre su pertenencia a una misma especie. *P. edulis* f. *flavicarpa* muestra una gran diversidad, tanto entre accesiones como dentro de muchas de ellas. La estructuración geográfica de su variación morfológica es limitada, lo que se puede atribuir al sistema de reproducción de la planta, a los frecuentes movimientos artificiales del germoplasma cultivado, pero también al impacto del ambiente sobre la expresión de numerosos descriptores. Un estudio de la misma muestra con marcadores bioquímicos o moleculares permitiría apreciar la importancia relativa de estos factores. Se inició un análisis con marcadores

AFLP sobre parte de la muestra. También, junto con un estudio citogenético de las dos formas y de sus híbridos, intentará esclarecer las relaciones entre las dos formas.

4.4. Caracterización y evaluación de frutos y caracteres de resistencia

Las tablas 5 a 8 dan las principales características de los frutos analizados por nuestro grupo, a título de información. En cuanto a la evaluación de los frutos de maracuyá y otras especies del subgénero *Passiflora*, el lector encontrará una información mucho más completa en el informe del grupo investigativo de CENICAFE. Por esto nos limitaremos a comentar los datos relativos a las curubas (tablas 5 y 6). Estos datos son parciales porque un análisis más general de la colección de curubas implicaba numerosos viajes de colecta a lo largo de las estaciones de producción y las condiciones de seguridad de los dos últimos años no lo han permitido.

El número de frutos analizados (cinco frutos de tamaño y forma representativos de la planta) no permite una comparación rigurosa. Sin embargo da una idea de la variación para los principales caracteres. La comparación de las especies no confirma la superioridad de la curuba de Castilla en cuanto a peso del fruto, a lo menos en las condiciones de Tenerife. *P. tarminiana* produjo frutos de peso equivalente mientras las accesiones de *P. cumbalensis* con fruto amarillo dieron frutos más pesados pero la diferencia se debe esencialmente al grosor de la cáscara, y por consecuente al menor rendimiento en pulpa, así que las tres especies son equivalentes en cuanto a peso de pulpa. La curuba de Castilla y la curuba india se valen por el contenido de sólidos solubles y la acidez. *P. cumbalensis* muestra valores más altos para la primera variable. *P. tarminiana* y *P. cumbalensis* dan frutos más alargados. Los de la curuba india son de forma más regular que los de la curuba de Castilla, en buena parte porque no están afectados por la antracnosis. Entre las accesiones de la primera, sobresalen VE48 y NA44 por el tamaño del fruto y BY 60 por el alto contenido de sólidos solubles. Entre las accesiones de la segunda, BY2 produce los frutos más sobresalientes para los dos criterios, mostrando el interés de una mejor evaluación y selección intra-específica en este germoplasma.

La comparación de las dos especies de mayor importancia económica no muestra la superioridad que se esperaba de la curuba de Castilla en rendimiento. La curuba india soporta muy bien la comparación, sobre todo si tomamos en cuenta su resistencia a la antracnosis, su fructificación más abundante y mejor distribuida, y su reacción a las podas. En las condiciones de Tenerife, los ataques de antracnosis son muy severos para la curuba de Castilla, afectando los frutos y la parte vegetativa. La sensibilidad de la planta parece aumentar con la edad. La curuba india sólo mostró mayor susceptibilidad a los ataques de lepidópteros del género *Dione* en las primeras etapas de su crecimiento (plántulas recién transplantadas).

Los híbridos entre las dos especies dan frutos más pesados, pero comparables a las especies parentales en los otros caracteres. Su sensibilidad a la antracnosis es intermedia entre la de las especies parentales. Las manchas producidas son muy pequeñas, por lo que los frutos atacados no resultan deformados, pero son numerosas, lo que siempre afecta su

calidad aparente. Recuperar un buen nivel de resistencia a partir de estos híbridos implicaría retrocruzamientos sobre la curuba india, lo que es difícilmente compatible con un programa de introgresión de la resistencia en una variedad de tipo Castilla. Nos parece más realista seleccionar genotipos de alta producción y calidad en la curuba india y proponer este tipo de material para las zonas muy afectadas por esta enfermedad, como el valle de Tenerife.

Los frutos de la especie silvestre *P. mixta* son mucho más livianos, pero sorpresivamente, muestran un rendimiento de pulpa comparable a las especies cultivadas, gracias a un peso de semilla muy bajo. El contenido de sólidos solubles y la acidez también son comparables. Así que estos caracteres no deberían dificultar un programa de mejoramiento por hibridación. Varios autores han propuesto trabajar con esta especie para introducir caracteres de resistencia a la antracnosis y al oidio en la curuba de Castilla. Sin embargo, ciertas accesiones de *P. mixta* de la colección han mostrado un alto nivel de susceptibilidad a estas enfermedades. El uso de *P. mixta* en un programa de hibridación implica primero tomar en cuenta su alta variabilidad, seleccionando plantas de frutos relativamente grandes, con resistencias comprobadas, y, en segundo lugar, las dificultades en la hibridación y los retrocruzamientos, experimentadas por Schoeniger (1986) y explicadas por nuestros estudios citogenéticos (cfr sección 4.3.6).

Los altos contenidos de sólidos solubles de los frutos de *P. cumbalensis*, y su excelente aroma, justificarían una mejor evaluación de los tipos cultivados de esta especie, sea para su selección directa, sea para usarla en programas de mejoramiento. Sin embargo, para este fin, como en el caso de *P. mixta*, habría que tomar en cuenta la alta variabilidad observada y las dificultades de los cruzamientos a partir de híbridos con *P. tripartita* var. *mollissima*.

Tabla 5. Principales características de los frutos analizados de las cinco especies más importantes del subgénero *Tacsonia*, del híbrido *P. tripartita* var. *mollissima* x *P. tarminiana*, y de *P. manicata* (subgénero *Manicata*). C*1 – *P. tripartita* var. *mollissima* con *P. tarminiana*.

ESPECIE	ACCESIÓN	PESO (g)	LONGITUD (mm)	DIÁMETRO (mm)	GROSOR DE CASCARA (mm)	PESO CASCARA (g)	PESO PULPA (g)	% PULPA	LONGITUD SEMILLA	ANCHO SEMILLA	PESO 100 SEMILLAS	ACIDEZ TITULABLE	SOLIDOS SOLUBLES (*Brix)	SEMILLAS POR FRUTO
<i>P. tripartita</i> var. <i>mollissima</i>	BY2	143.82	97.92	47.62	3.72	43.33	90.42	62.87	0.52	0.39	1.70	3.52	12.50	166.00
	BY10	60.44	76.80	40.85	2.75	20.13	40.00	66.19	0.68	0.55	3.46	3.21	10.00	110.50
	BY63	74.76	80.45	43.10	0.36	26.29	48.22	64.50	0.60	0.46	2.64	3.12	6.75	182.40
	BY8	77.09	92.86	41.62	3.48	29.48	46.59	60.43	0.60	0.46	3.29	3.18	8.10	142.35
	CU55	101.66	96.03	43.99	4.20	41.59	60.98	59.99	0.61	0.44	3.37	3.04	10.97	176.85
	CU69	107.21	88.40	49.05	4.35	46.93	59.54	55.54	0.65	0.49	3.26	3.26	7.20	151.95
	CU70	78.43	82.12	43.07	3.79	30.40	45.94	58.58	0.57	0.44	0.27	3.36	8.50	101.60
	EC51	82.22	100.36	38.02	2.32	25.06	56.91	69.22	0.67	0.48	3.61	3.02	7.00	177.60
	EC57	86.99	87.26	44.78	3.52	32.42	57.30	65.87	0.64	0.51	3.79	3.33	7.00	143.60
	NA42	65.59	82.96	37.71	4.11	29.62	35.07	53.46	0.63	0.47	3.00	4.30	10.30	153.00
	NA53	101.66	90.02	44.34	3.18	32.84	63.07	62.04	0.62	0.45	3.28	3.34	10.00	140.00
	PE36	69.21	77.42	42.92	3.60	34.85	53.39	59.84	0.64	0.45	3.23	3.22	11.00	136.00
	VA1	92.06	91.38	42.98	4.09	34.34	57.22	62.16	0.62	0.47	2.97	3.43	7.66	117.96
	VA4	70.06	77.59	41.26	3.06	23.37	46.23	65.98	0.69	0.52	3.08	3.24	8.46	123.50
	VE72	105.02	81.98	43.88	4.25	43.92	56.99	54.26	0.64	0.51	3.42	2.94	10.30	163.60
	promedio	89.08	86.90	43.01	3.38	32.97	54.52	61.39	0.63	0.75	2.96	3.30	8.05	145.79
<i>P. tripartita</i> var. <i>tripartita</i>	EC43	46.53	73.22	36.58	2.66	18.51	27.32	58.71	0.59	0.39	2.01			
	EC46	53.91	75.70	34.67	1.93	20.10	30.40	56.39	0.57	0.36	2.33	3.50	11.35	170.00
	promedio	50.22	74.46	35.63	2.30	19.31	28.86	57.55	0.58	0.38	2.17	3.58	11.35	170.00
<i>P. tarminiana</i>	BY60	77.15	90.93	39.58	3.52	30.74	45.98	59.60	0.62	0.39	2.84	3.99	12.66	113.33
	CA74	92.34	104.74	41.28	3.31	34.88	52.93	57.32	0.63	0.42	3.07	3.01	8.26	134.33
	EC21	79.44	98.69	38.49	3.24	33.68	46.56	58.62	0.60	0.40	2.40	3.33	10.20	154.25
	NA44	118.66	119.76	45.22	3.36	49.09	68.35	57.60	0.63	0.47	2.75	2.89	7.20	186.00
	PE38	86.28	98.89	38.83	3.22	37.88	51.49	59.68	0.65	0.42	2.90	3.70	10.50	169.00
	TEN29	92.52	109.80	39.90	4.16	43.45	51.85	56.04	0.64	0.44	3.29	3.18	7.50	150.00
	TESOR	46.00	87.51	32.40	2.24	15.03	31.14	67.70	0.59	0.40	2.30			
	VA17	96.01	107.50	40.76	2.96	28.94	66.31	69.07	0.67	0.43	2.84	3.35	8.30	162.10
	VA5	87.82	105.13	42.13	3.53	33.68	54.76	62.36	0.65	0.42	2.85	3.05	9.50	138.66
	VA7	55.71	97.02	35.90	2.74	23.97	40.24	61.24	0.62	0.39	2.25	3.73	10.10	132.00
	VE48	134.40	108.50	50.74	3.26	40.97	92.77	69.02	0.65	0.49	3.58	3.18	9.86	234.20
	VE71	94.12	103.95	40.83	3.39	31.15	61.37	65.20	0.67	0.45	3.14	3.31	9.90	147.73
	VE75	98.04	107.60	42.16	4.62	46.33	54.30	55.39	0.66	0.43	3.07	2.92	6.00	163.90
	promedio	89.88	103.08	40.63	3.35	34.60	55.24	61.45	0.64	0.43	2.87	3.30	9.17	167.13
C*1	TEN77	117.22	219.14	46.69	4.02	48.33	65.77	56.11	0.89	0.46	3.55	2.92	9.50	159.00
	VA14	109.76	116.57	41.97	3.03	37.69	67.18	61.20	0.62	0.47	3.12	2.89	10.76	150.90
	promedio	113.49	167.86	44.33	3.53	43.01	66.47	58.65	0.75	0.47	3.34	2.91	10.13	154.95
<i>P. mixta</i>														
	SA31	49.00	64.14	35.46	3.28	14.28	34.47	70.35	0.63	0.44	2.95	3.09	5.00	128.70
	VA3	56.03	80.60	35.90	3.16	24.80	31.94	57.01	0.52	0.35	1.92	3.26	11.20	268.20
	VA8	37.05	66.80	32.16	3.42	17.21	21.06	56.85	0.52	0.35	1.35	3.79	8.40	332.80
	VA9	52.90	85.62	33.36	2.82	17.63	34.13	64.52	0.53	0.37	1.60	3.07	10.80	75.00
	promedio	48.74	74.29	34.22	3.17	18.48	30.40	62.18	0.55	0.38	1.96	3.30	8.85	201.18
<i>P. cumbalensis</i>														
	BY49	111.64	96.70	47.85	4.24	36.74	67.91	50.83	0.61	0.48	3.44	3.10	14.20	160.00
	EC80	109.16	116.01	42.34	3.58	49.39	55.89	51.20	0.67	0.47	3.67	3.29	12.45	149.35
	NA58	82.87	105.56	39.70	5.50	40.58	35.89	43.31	0.65	0.42	2.93	3.31		96.00
	promedio	101.22	106.09	43.30	4.44	42.24	53.23	51.78	0.64	0.45	3.35	3.23	13.33	135.12
<i>P. manicata</i>														
	VA28	53.12	76.71	36.67	3.09	17.34	35.79	67.38	0.60	0.49	2.69	3.40	8.60	118.00

Tabla 6. Caracteres cualitativos de frutos de *Tacsonia* y *Manicata*. PFI – pubescencia fruto inmaduro, PFM – pubescencia fruto maduro, Eli – elipsoide, Obl – oblongo, Fus – fusiforme, Obv – obovado, Pr – presente, Au – ausente, Tr – triangular, Hx – hexagonal, BE – blando esponjoso, BR – blando rugoso, Du – duro, Pu – pulpa, PM – pulpa mesocarpo, Me – mesocarpo, Ac – ácido, AA – ácido astringente, In – insípido, Bl – blando, Rs – resistente, Li – liso, Ma – mate, It – intermedio, Az – acorazonado, Pi – pinado

ESPECIE	ACCESION	COLOR	FORMA	PFI	PFM	SECCION	MESOCARPO	ENDOCARPO	SABOR	DUREZA CASCARA	SEMILLA	COLOR ARILO	SEMILLA		
													COLOR	BRILLO	FORMA
<i>P. tripartita</i> var. <i>mollissima</i>	BY2		Eli	Pr	Pr	Tr	BE	Pu	Ac	Bl	Rt			Ma	Obv
	BY10		Eli	Pr	Pr	Tr	BR	PM	Ac	Bl	Rt			Ma	Obv
	BY63		Eli	Pr	Pr	Tr	BR	Pu	Ac	Bl	Rt			Ma	Az
	BY8		Eli	Pr	Pr	Hx	BR	Pu	AA	Bl	Li			Ma	Obc
	CU55		Eli	Pr	Pr	Hx	BE	PM	Ac	Bl	Rt			Ma	Obv
	CU69		Obl	Pr	Pr	Hx	BE	PM	Ac	Bl	Rt			Ma	Obc
	CU70		Eli	Pr	Pr	Hx	BE	PM	AA	Bl	Li			Ma	Pi
	EC51		Eli	Pr	Pr	Hx	BE	Me	Ac	Bl	Rt			Ma	Obc
	EC57		Eli	Pr	Pr	Hx	BE	PM	AA	Bl	Li			Ma	Obc
	NA42		Obl	Pr	Pr	Tr	BE	Me	AA	Bl	Rt			Ma	Obc
	PE36		Fus	Pr	Pr	Hx	BE	Me	AA	Bl	Li			Ma	Obv
	VA1		Obl	Pr	Pr	Re	BE	Me	Ac	Bl	Rt			Ma	Az
	VA4		Obv	Pr	Pr	Hx	BE	Me	Ac	Bl	Rt			Ma	Obc
	VE72		Eli	Pr	Pr	Hx	Du	PM	AA	Bl	Rt			Ma	Obv
<i>P. fariniana</i>	EC43		Eli	Pr	Pr	Hx	BE	Pu	AA	Bl	Rt			Ma	Obv
	EC46		Obl	Pr	Pr	Hx	BR	Pu	AA	Bl	Rt			Ma	Obv
	BY60		Eli	Pr	Pr	Hx	BE	Pu	Ac	Bl	Rt			Ma	Az
	CA74		Eli	Pr	Pr	Hx	BE	PM	AA	Bl	Li			Ma	Pi
	EC21		Obl	Pr	Pr	Hx	BE	Me	In	Bl	Li			Ma	Az
	NA44		Eli	Pr	Pr	Hx	BE	PM	AA	Bl	Li			Ma	Obc
	PE38		Eli	Pr	Pr	Hx	BE	PM	In	Bl	Li			Ma	Obc
	VA17		Eli	Pr	Pr	Hx	BR	Me	AA	Bl	Rt			Ma	Obv
	VA5		Eli	Pr	Pr	Hx	BR	PM	In	Bl	Rt			Ma	Obv
	VA7		Eli	Pr	Pr	Hx	BE	PM	AA	Bl	Li			Ma	Obv
<i>P. t. var.</i> <i>mollissima</i> *	VE48		Fus	Pr	Pr	Hx	BE	Me	AA	Bl	Rt			Ma	Obc
	VE71		Eli	Pr	Pr	Hx	BE	Me	Ac	Bl	Rt			Ma	Pi
<i>P. mixta</i>	TEN77		Fus	Pr	Pr	Hx	BE	Pu	AA	Bl	Rt			Ma	Az
	VA14		Eli	Pr	Pr	Re	BE	PM	AA	Bl	Li			Ma	Obc
	SA31		Eli	Pr	Pr	Hx	Du	PM	Ac	Bl	Li			Ma	Obc
	VA3		Fus	Au	Au	Tr	BR	PM	Ac	Bl	Rt			Ma	Obv
<i>P. cumbalensis</i>	VA6		Fus	Au	Au	Tr	BE	PM	Ac	Bl	Li			Ma	Obv
	VA9		Fus	Au	Pr	Hx	BE	PM	Ac	Bl	Rt			Ma	Obv
	BY49		Eli	Pr	Pr	Hx	BE	Pu	AA	Bl	Rt			It	Obv
	EC80		Obl	Au	Au	Hx	BE	Me	DI	Bl	Rt			Ma	Obc
<i>P. manicata</i>	NA58		Obl	Au	Au	Hx	BE	Me	Ac	Bl	Rt			Ma	Obc
	SA24		Eli	Pr	Pr	Hx	Du	Me	Ac	Rs	Rt			Ma	Obv
	SA30		Obl	Pr	Pr	Hx	BE	Me	Ac	Rs	Rt			Ma	Obc
	VA28		Eli	Pr	Pr	Tr	BE	Pu	DI	Rs	Rt			Ma	Obv

Tabla 7. Principales características cuantitativas de los frutos analizados de las accesiones del subgénero *Passiflora*.

ACCESIÓN	Peso	Longitud	Diámetro	Endocarpo + mesocarpo	Peso cascara	Peso jugo	Longitud semilla	Ancho semilla	Peso 100 semillas	pH	Acidez titulable	Grados brix	Semillas por fruto
63 <i>P. maliformis</i>	34.9	44.9	45.0	4.1	21.5	18.4	5.4	4.4	1.42	2.92	2.14	16.0	219.5
58 <i>P. alata</i>	225.5	103.8	72.1	10.5	151.8	70.6	7.6	5.8	3.41	3.94	1.06	19.1	94.5
53 <i>P. maliformis</i>	51.0	55.0	49.0	6.0	37.4	25.8	5.4	4.7	1.65	3.05	4.14	15.0	172.6
52 <i>P. maliformis</i>	45.8	62.5	41.0	5.0	27.5	4.5	5.4	4.5	1.20	3.23	2.88	9.0	81.4
51 <i>P. maliformis</i>	53.2	50.9	49.5	4.7	29.7	23.0	5.5	4.0	1.62	2.82	4.22	14.0	265.5
24 <i>P. e. flavicarpa</i>	74.6	78.0	67.6	6.5	75.5	63.1	6.9	4.9	2.60	2.72	0.98	7.5	157.4
23 <i>P. e. flavicarpa</i>	98.9	80.1	69.1	7.4	83.5	35.0	7.2	4.9	2.51	2.84	4.91	11.4	135.0
19 <i>P. e. flavicarpa</i>	92.5	73.2	57.0	8.5	60.1	32.3	7.6	5.2	3.03	2.78	1.47	9.8	79.0
10 <i>P. bahiensis</i>	7.6	25.1	27.7	4.4	2.0	2.5	4.7	4.0	1.24	2.93	0.27	14.4	115.9
9 <i>P. e. flavicarpa</i>	260.0	87.0	80.7	7.9	156.2	103.1	8.0	4.6	2.85	2.90	1.03	12.1	163.0
6 <i>P. cincinnata</i>	50.7	52.6	48.0	4.4	27.6	49.7	7.0	4.4	3.20	3.13	1.69	10.6	205.5
5 <i>P. cincinnata</i>	72.9	62.0	55.0	7.3	37.0	50.0	6.2	4.2	3.59	3.03	0.36	9.8	170.0
20 <i>P. e. flavicarpa</i>	149.1	81.2	69.0	7.5	83.1	64.9	6.8	4.9	3.05	2.53	1.35	15.4	163.5
Línea 41 <i>P. e. flav.</i>	115.6	78.7	59.7	8.0	42.4	15.0	6.9	4.7	2.00	2.72	1.34	14.8	91.1
india <i>P. e. flav.</i>	114.3	77.8	63.0	6.8	72.6	56.1	6.9	4.9	2.58	2.83	0.88	9.3	251.8
Tesor <i>P. e. edulis</i>	44.3	54.7	48.7	4.6	22.8	21.7	5.8	3.8	1.98	2.56	1.20	12.0	153.0

Tabla 8. Caracteres cualitativos de los frutos de las accesiones del subgénero *Passiflora*. Un: uniforme, MP: manchas y puntos, Mo: moteado, Ov: ovóide, Es: esférico, Obv: obovado, El: elongado, Fu: fusiforme, Au: ausente, Pr: presente, Re: redonda, Tr: triangular, He: hexagonal, Du: duro, BR: blando rugoso, BE: blando esponjoso, Me: mesocarpio, PM: pulpa y mesocarpio, Pu: pulpa, Fi: fino, Gr: grueso, Dl: dulce, Ac: ácido, Rs: resistente, Bl: blando, MD: muy duro, Qu: quebradiza, Rt: reticulada, Li: lisa, Ma: mate, In: intermedio, Obc: obcordada, Az: acorazonada, Cu: cuneada

Especie	Accesión	Pigmentación del fruto inmaduro	Color del fruto inmaduro	Color de fruto maduro	Forma del fruto	Pubescencia del fruto inmaduro	Pubescencia del fruto maduro	Sección transversal del fruto	Textura del mesocarpio	Aderencia del endocarpio	Grosor del endocarpio	Sabor del arilo	Dureza ó firmeza de la cascara	Superficie de la semilla	Brillo de la semilla	Forma de la semilla
<i>P. cincinnata</i>	5	Un			Ov	Au	Au	Re	Du	Me	Fi	Dl	Rs	Rt	Ma	Obc
<i>P. cincinnata</i>	6	Un			Es	Au	Au	Re	BR	Me	Fi	Dl	Rs	Li	Ma	Az
<i>P. edulis f. flavicarpa</i>	9	MP			Obv	Pr	Pr	Re	Du	Me	Fi	Ac	Rs	Li	Ma	Cu
<i>P. bahiensis</i>	10	Un			Es	Pr	Pr	Re	Du	Me	Fi	Ac	Rs	Rt	In	Obv
<i>P. edulis f. flavicarpa</i>	13	Mo			Es	Pr	Au	Re	BR	PM	Fi	Dl	Rs	Rt	In	Az
<i>P. edulis f. flavicarpa</i>	19	MP			Ov	Au	Au	Re	BE	Me	Gr	Ac	Bl	Li	In	Az
<i>P. edulis f. flavicarpa</i>	20	MP			Ov	Au	Au	Re	BR	PM	Fi	Ac	Rs	Li	In	Az
<i>P. edulis f. flavicarpa</i>	23	MP			El	Pr	Pr	Re	Du	Pu	Fi	Ac	Rs	Li	In	Az
<i>P. edulis f. flavicarpa</i>	24	Mo			Ov	Au	Au	Tr	BR	Me	Fi	Ac	Rs	Li	In	Az
<i>P. maliformis</i>	51	MP			Es	Au	Au	Re	BE	PM	Fi	Dl	MD	Li	Ma	Az
<i>P. maliformis</i>	52	MP			Obv	Au	Au	Re	BE	PM	Fi	Dl	MD	Rt	Ma	Az
<i>P. maliformis</i>	53	MP			Ov	Au	Au	Re	BE	PM	Fi	Dl	MD	Rt	Ma	Az
<i>P. quadrangularis</i>	58	Mo			Fu	Au	Au	Tr	BR	Pu	Fi	Dl	Rs	Rt	In	Obc
<i>P. maliformis</i>	63	MP			Es	Au	Au	Tr	BE	Me	Fi	Dl	MD	Li	Ma	Az
<i>P. edulis f. flavicarpa</i>	41	Mo			Obl	Pr	Pr	He	BR	Me	Fi	Ac	Rs	Li	In	Az
<i>P. edulis f. flavicarpa</i>	11	Mo			Obl	Pr	Pr	Re	BE	PM	Fi	Ac	Rs	Li	In	Az
<i>P. edulis f. edulis</i>	T	Un			Es	Pr	Pr	He	BE	Me	Fi	Ac	Rs	Li	In	Obv
<i>P. ligularis</i>	A	MP			Es	Au	Au	He	BE	PM	Gr	Dl	Qu	Rt	Ma	Obc

4.5. Referencias bibliográficas

- Amela García, M.T., Galati, B.G. y Anton A., M.R. 2001. Microsporogénesis, microgametogénesis y morfología del polen de *Passiflora* spp. (Passifloraceae). Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica 36: 135 (Suplemento).
- Bowdwen, W.M. 1945. A list of chromosome numbers in higher plants. II. Menispermaceae to Verbenaceae. American Journal of Botany 32: 191-201.
- Buckner, B., Janick-Buckner, D., Gray, J. y Johal, G.S. 1998. Cell-death mechanisms in maize. Trends in Plant Science 3: 218-223.
- Coppens d'Eeckenbrugge, G., Barney, V.E., Jørgensen, P.M. y MacDougal, J.M. 2001. *Passiflora tarminiana* a new cultivated species of *Passiflora* subgenus *Tacsonia*. Novon 11: 8-15.
- Davies, D.R. 1974. Chromosome elimination in inter-specific hybrids. Heredity 32: 267-270.
- Escobar, L.A. 1981. Experimentos preliminares en la hibridación de especies comestibles de *Passiflora*. Actualidades Biológicas 10: 103-111.
- Escobar, L.A., 1988. Passifloraceae. Flora de Colombia. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá. 139pp.
- Feuillet, C. y MacDougal, J.M. 1999. A new infrageneric classification of *Passiflora*. Comunicación no publicada, presentada al International Botanical Congress, Saint Louis, Missouri.
- Giménez-Abián, M.I., Giménez-Abián, J.F., Cuadrado, A., Pelayo, H.R., Giménez-Martin, G. y De la Torre, C. 1998. The development of intraespecific dominance in some nucleolar organizer region of plants. In: Bryant, J.A. and Chiatante, D. eds., Plant Cell Proliferation and its Regulation in Growth and Development. John Wiley & Sons Ltd., New York. 167-183.
- Holm-Nielsen, L., P.M. Jorgensen y J.E. Lawesson, 1988. Passifloraceae. In: Harling, G. & L. Andersson (eds.): Flora of Ecuador. University of Göteborg, Copenhagen. Vol. 31, 130 pp.
- Katto T., M.C. y Escobar R., P.F. 1999. Variación genética y cruzabilidad de cuatro materiales del género *Passiflora*. Tesis de Ingeniero Agrónomo, Universidad de Caldas, Manizales, Colombia. 63pp.
- Khan, F.A., Ahmad, S. y Siddiqui, S.A. 1991. Microsporogenesis and development of male gametophyte in some *Solanum* species. Beitrage Biologie Pflanzen 66: 1-7.
- Killip, E.P. 1938. The American of *Passifloraceae*. Field Museum Natural History, Chicago. (Botany Series 19). 613pp.
- Koduru, P.R.K. y Rao, M.K. 1981. Cytogenetics of synaptic mutants in higher plants. Theoretical Applied and Genetics 59: 197-214.
- La Cour, L.F. 1952. Chromosomes counts of species and varieties of garden plants.

Annual Report-John Innes Horticultural Institute 42: 47-50.

La Rosa, A.M. 1984. The biology and ecology of *Passiflora mollissima* in Hawaii. Cooperative National Park Resources Studies Unit. Technical Report 50.

Melo, N.F. de, Cervi, A.C. y Guerra M. 2001. Karyology and cytotaxonomy of the genus *Passiflora* L. (Passifloraceae). Plant Systematics and Evolution 226: 69-84.

Schoen, D.J. y A.H.D. Brown, 1991. Intraspecific variation in population gene diversity and effective population size correlates with the mating system in plants. Proc. Natl. Acad. Sci. USA, 88: 4494-4497.

Schoeniger, G. 1986 La Curuba: Técnicas para el mejoramiento de su cultivo. Colciencias/Ed. Guadalupe, Bogotá. 257pp.

Singh, R.J. 1993. Plant Cytogenetics. CRC Press, Boca Raton. 391pp.

Snow, N. and MacDougal, J.M. 1993. New chromosome reports in *Passiflora* (Passifloraceae). Systematic Botany 18: 261-273.

Storey, W.B. 1950. Chromosome numbers of some species of *Passiflora* occurring in Hawaii. Pacific Science 4: 37-42.

Suárez, C.A. y Cabezas B., C.A. 1992. Estudio de la biología floral y área de distribución de la curuba *Passiflora mollissima* (H.B.K.) Bailey en el departamento de Nariño. Tesis de Ingeniero Agrónomo, Universidad de Nariño, Pasto, Colombia. 134pp.

Villacis, L.A., J. Vega, M. Grum y G. Coppens d'Eeckenbrugge. 1998. Morphological characterization of Andean passifloras (*Passiflora* sp.) from Ecuador. Plant Genetic Resources Newsl. 115: 51-55.

4.6. Formación de jóvenes investigadores

- Sergio Segura, I.A. PhD. Tesis de doctorado en Ciencias Agronómicas, “Distribution et organisation de la diversité des Passiflores Andines (sous-genre *Tacsonia*)”, 3 de enero de 2001, ENSA, Rennes, Francia.
- Cristian Andrés Olaya Arias. I.A. Tesis de grado “Primer estudio de la meiosis en *Passiflora tripartita* var. *mollissima* (Kunth) Holen – Nielsen & Jorgensen, *Passiflora tarminiana* Coppens & Barney, *Passiflora mixta* y tres de sus híbridos, U. Caldas, 2002.
- John Albeiro Ocampo Pérez, I.A. Pasantía “Estudio preliminar de la diversidad agromorfológica de maracuyá amarillo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa*. Degener), U. Caldas, 2000-2001.
- María Teresa Restrepo Valencia, I.A. Pasantía “Caracterización morfológica en *Passiflora* subgéneros *Tacsonia*, *Passiflora*, *Manicata* y *Plectostemma*. Contribución al estudio de la reproducción en el subgénero *Tacsonia*. U. Caldas, febrero-septiembre 2001.
- Cristián Andrés Olaya Arias, I.A. Pasantía “Selección de descriptores morfológicos para estudios de diversidad genética en maracuyá amarillo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Degener)” U. Caldas, marzo 2002.
- Lina Clemencia Farfán Ospina, I.A. Pasantía “Caracterización morfológica en *Passiflora* subgéneros *Tacsonia*, *Passiflora*, *Manicata* y *Plectostemma*. Contribución al estudio de la reproducción en el subgénero *Tacsonia*”. U. Caldas, febrero-septiembre 2001.
- Carlos Felipe Barreras Sánchez. I.A. Pasantía “Estudio de la diversidad genética de pasifloras en los subgéneros *Passiflora* y *Plectostemma* por medio de descriptores morfológicos” U. Caldas, agosto 2001 – febrero 2002.
- Sophie Primot, I.A. Pasantía “Caractérisation agro-morphologique puis étude microscopique des chromosomes mitotiques et méiotiques de trois des principales espèces de passiflores andines: *P. mollissima*, *P. sp. cultigène* India, *P. mixta*”. Institut National. Agronomique Paris-Grignon, 15 de septiembre de 1999).
- Vincent Rioux, L. Biología. Pasantía “Caractérisation morphologique de passiflores andines (*Passiflora* sp. Sous-genres *Tacsonia* et *Manicata*) de Colombie et d’Equateur, 10 de agosto de 1999. Université des Sciences d’ANGERS
- François Garcin, L. Biología. Pasantía libre “Estudio de la diversidad morfológica en el género *Passiflora*” Sorbonne – Ecole Pratique des Hautes Etudes (EPHE), France septiembre 2000 – marzo 2001, pasantía para D.E.A. (eq. MSc.) septiembre 2001 – marzo 2002).
- Anna Klimes, L. Biología. Pasantía libre “Caracterización y evaluación agromorfológica de *Tacsonia*”, McMaster University, Ontario, Canadá, diciembre 1999 – marzo 2000
- Jennifer Petersen, pasantía para Licencia en Biología “Caracterización morfológica de pasifloras andinas (*Passiflora* subgénero *Tacsonia*) en Perú y Bolivia”, U. Oregon, USA, julio-noviembre 2000.

4.7. Difusión de los resultados (ver Anexo 2)

4.7.1. Publicaciones

Segura, S.D., Coppens d'Eeckenbrugge, G., Ollitrault, P., Bohórquez, A., Tohmé, J. 2000. AFLP variation within *Passiflora* subgenus *Tacsonia* and between *Tacsonia* and other subgenera. Proc. Interamerican Soc. Trop. Hort, 44: 17-23.

Este trabajo fue acreedor al premio Alfred Krezdorn Award, atribuido por la sociedad de horticultura a la mejor investigación sobre frutales para el grupo de investigación CIRAD-FLHOR/IPGRI.

Coppens d'Eeckenbrugge, G., Barney, V.E., Jørgensen, P.M., MacDougal, J. 2001. *Passiflora tarminiana*, a new cultivated species of *Passiflora* subgenus *Tacsonia*. Novon 11 (1), 8-15.

Segura, S.D., Coppens d'Eeckenbrugge, G., Ocampo, C.H. y Ollitrault, P. 2002. Isozyme variation in *Passiflora* subgenera *Tacsonia* and *Manicata*. Relationships between cultivated and wild species. Genetic Resources and Crop Evolution. Aceptado para publicación.

Se está preparando la publicación del segundo estudio de isoenzimas (trabajo descrito en la sección 4.3.4.2) y del estudio citogenético.

4.7.2. Comunicaciones en congresos

Primot, S., Rioux, V., Coppens d'Eeckenbrugge, G., Ocampo Pérez, J.A. 2001. Variación genética de tres especies de curubas y sus híbridos (*P. tripartita* var. *mollissima*, *P. tarminiana* y *P. mixta*) en el Valle del Cauca. Memorias del VII Congreso. Sociedad Colombiana de Fitomejoramiento y Producción de Cultivos, 27.

Este trabajo ha sido seleccionado por el Comité Científico para publicación en la revista de la Sociedad Colombiana de Fitomejoramiento.

Coppens d'Eeckenbrugge, G., Restrepo V., M.T., Ocampo, J.A., Garçin, F., Olaya A., C., Farfán O., L. C., Vega, J., Rioux, V., Barrera S., F., Petersen, J., Guzmán, L., Primot, S., Quispe, P., Gaetano, C.M. 2002. Diversidad morfológica en *Passiflora* subgéneros *Tacsonia* y *Manicata*. Congreso Latinoamericano de Botánica, Cartagena de Indias, Colombia.

Olaya Arias, C.A., Caetano, C.M., Coppens d'Eeckenbrugge, G., Serna Angel, L. 2002. Primer estudio de la meiosis en *Passiflora tripartita* var. *mollissima* (Kunth) Holen – Nielsen & Jørgensen, *Passiflora tarminiana* Coppens & Barney, *Passiflora mixta* L. y tres de sus híbridos. Congreso Latinoamericano de Botánica, Cartagena de Indias, Colombia.

4.7.3. Folletos divulgativos

Material de divulgación para los agricultores del valle de Tenerife (Valle del Cauca). Ver Anexo 3.

- Curuba de Castilla
- La Investigación en curubas en Tenerife
- Curuba india

5. Impactos

El conocimiento generado por el proyecto primero agrega valor cultural a un componente del patrimonio nacional. Además permitirá diseñar estrategias para su conservación y utilización, a través del manejo adecuado de los recursos genéticos de pasifloras colombianas o introducidas para el mejoramiento de los cultivos. Los nuevos conocimientos aplicables han sido mencionados en las diferentes partes de la sección 4.4. Por el enfoque de los estudios sobre especies de importancia económica, los cultivos de curubas y maracuyás serían los primeros beneficiados. La clara definición taxonómica de una especie cultivada permitirá a los agrónomos conocerla mejor y, comunicando mejor los resultados de sus ensayos y experimentos, promoverla más eficientemente. El libro de Tarmin Campos « la curuba – su cultivo », publicado en 2001 por el IICA, es un ejemplo de este trabajo de promoción. La posibilidad de controlar una planta invasora de ecosistemas exóticos constituye un impacto inesperado de la descripción de *P. tarminiana*. A su vez, los trabajos hawaianos para desarrollar un control biológico de la especie deberían llevar a una mejor comprensión de las interrelaciones entre las pasifloras silvestres y su entorno natural en Colombia y otros países andinos.

Unos materiales promisorios han sido detectados en la colección de curubas. Este material está disponible para cualquier persona o institución privada o pública colombiana, trabajando en investigación, mejoramiento o multiplicación/difusión de material vegetal, bajo las condiciones de acceso seguro a la zona (orden público) y de cumplimiento de las normas legales vigentes.

Igualmente, los resultados obtenidos en las colecciones de especies de clima caliente, y más particularmente de maracuyá amarillo, pueden ser utilizados para iniciar un proceso de mejoramiento. En este sentido, el grupo investigativo había redactado un proyecto de mejoramiento de esta especie, de una duración de cinco años, para aplicar los resultados obtenidos en la colección de la empresa PASSICOL y valorizar las líneas caracterizadas en el proyecto, y evaluadas paralelamente con el personal de esta empresa. Debía presentarse para financiamiento por un fondo gremial. Desafortunadamente, este proyecto nunca fue presentado por la empresa y la colección, incluidas las líneas experimentales seleccionadas, se perdieron. No es suficiente que los científicos estén preocupados de la aplicación de sus resultados.

6. Informe financiero

El informe financiero fue enviado el 15 de mayo de 2002 a la Dra. Myriam de Peña, COLCIENCIAS. Ver Anexo 4.

Anexo 1.

Descriptores para *Passiflora* subgénero *Tacsonia*

DESCRIPTORES PARA PASSIFLORAS SUBGENERO TACSONIA

Fecha: Octubre del 2001

Accesión No.: _____

Nombre científico: _____

Nombre vulgar: _____

Localidad: _____

Datos geográficos: Lat. _____ Long. _____ Alt. _____

Colector: _____ No. _____

Determinó: _____

Observaciones: _____

1. TALLO

1.1. FORMA EXTERNA DEL TALLO (tallo verde con hojas desarrolladas)

☐ 1. Redondo (terete) ☐ 2. Estriado ☐ 3. Subangulado ☐ 4. Angulado ☐ 5. Alado

1.2. ANTOCIANINA EN EL TALLO

☐ 1. Ausente ☐ 2. Poca (<80%) ☐ 3. Mucha (>80%; rojo dominante)

1.3. PUBESCENCIA DEL TALLO

☐ 1. Glabro ☐ 2. Poco denso ☐ 3. Aterciopelado ☐ 4. Espeso velludo ☐ 5. Denso y largo (lanado)

1.4. LONGITUD DE LOS ENTRENUDOS (Se miden 5 entrenudos sucesivos de la parte media de 5 ramas)

mm mm mm mm mm

2. ZARCILLOS

FORMA PREDOMINANTE DE LA EXPIRAL; PRIMER MOVIMIENTO; COLOR; PUBESCENCIA; LONGITUD DEL ZARCILLO; LONGITUD DE LA ESPIRAL; DIAMETRO EXTERIOR DE LA ESPIRAL. Han sido retiradas por presentar problemas en la colecta y/o el procesamiento de los datos

2.3. ANTOCIANINA EN LOS ZARCILLOS

☐ 1. Ausente ☐ 2. Poca (verde) ☐ 3. Mucha (rojo dominante)

3 ESTIPULAS

3.1 DURACION DE LAS ESTIPULAS

- ☐ 1. Permanentes ☐ 2. Deciduas

3.2 COLOR DE LAS ESTIPULAS (del fondo dado por la tabla de colores)

3.3 PUBESCENCIA DE LAS ESTIPULAS

- ☐ 1. Glabro ☐ 2. Poco denso ☐ 3. Aterciopelado ☐ 4. Espeso velludo ☐ 5. Denso y largo (lanado)

3.4 FORMA DE LAS ESTIPULAS (sin tomar en cuenta la arista)

1. *setáceas*: con apariencia de cerdas (teretes. Ej. *P. popenovii*)
2. *lineares*: prolongada y angosta de márgenes mas o menos paralelos, (fino, largo y foliáceo. Ej. *P. maliformis*)
3. *pinatisectas*: sectadas en forma de pinnada, las hendiduras llegan casi al nervio central. (ej. *P. pinnatispula*)
4. *lobuladas*: divididas en lóbulos pequeños.
5. *lanceoladas*: base mas amplia, redondeada y atenuada hacia el ápice.
6. *Oblongas*
7. *ovadas* (ej. *P. cumbalensis*)
8. *reniformes o auricular*. (ej. *P. mixta*, *P. manicata*, *P. mollissima*)
9. Otro (dibujar)

3.5 MARGEN DE LAS ESTIPULAS

- ☐ 1. Entero ☐ 2. Aserrado ☐ 3. Serrulado ☐ 4. Dentado ☐ 5. Doblemente aserrado ☐ 6. Laciniado
☐ 7. Otros. (especificar)

3.6 LONGITUD DE LAS ESTIPULAS

mm mm mm mm mm

3.7 ANCHO DE LAS ESTIPULAS CON LA ARISTA

mm mm mm mm mm

3.8 LONGITUD DE LA ARISTA TERMINAL (0 si son ausentes)

mm mm mm mm mm

5 PECIOLO

5.1 ANTOCIANINA EN EL PECIOLO

- ☐ 1. Ausente ☐ 2. variable o intermedia (0-80%) ☐ 3. Mucha. rojo dominante (>80%)

5.2 PUBESCENCIA EN EL PECIOLO

- ☐ 1. Glabro ☐ 2. Poco denso ☐ 3. Aterciopelado ☐ 4. Espeso velludo ☐ 5. Denso y largo (lanado)

5.3 FORMA DE LOS NECTARIOS

- ☐ 1. Subsésiles ☐ 2. discoides ☐ 3. Alargados

5.4 LONGITUD DEL PECIOLO

mm mm mm mm mm

5.5 LONGITUD DE LA BASE DEL PECIOLO AL PRIMER NECTARIO

mm mm mm mm mm

5.6 NUMERO DE NECTARIOS (tomado en 5 hojas por planta)

mm mm mm mm mm

4 HOJAS

4.1 HOJAS POLIMORFICAS (hojas enteras y lobuladas en la misma planta)

- ☐ 1. Ausencia ☐ 2. Presencia

4.2 NUMERO DE LOBULOS DOMINANTES

4.3 TIPO DE MARGEN FOLIAR

- ☐ 1. Entero ☐ 2. Aserrado ☐ 3. Serrulado ☐ 4. Dentado ☐ 5. Doblemente aserrado ☐ 6. Otros (especificar)

4.4 FORMA DE LA BASE

- ☐ 1. Cuneada ☐ 2. Redondeada ☐ 3. Truncada ☐ 4. Acorazonada ☐ 5. Profundamente acorazonada o escotada

4.5 FORMA DEL APICE (sin tomar en cuenta el acumen)

- ☐ 1. Redondeado ☐ 2. Obtuso ($>90^\circ$) ☐ 3. Agudo ☐ 4. Muy agudo ($<45^\circ$) ☐ 5. Otros (dibujar)

4.6 HOJA ACUMINADA

- ☐ 1. Ausencia ☐ 2. Presencia

4.7 PUBESCENCIA EN LA HAZ

- ☐ 1. Glabro ☐ 2. Poco denso ☐ 3. Aterciopelado ☐ 4. Espeso velludo ☐ 5. Denso y largo (lanado)

4.8 PUBESCENCIA EN EL ENVEZ

- ☐ 1. Glabro ☐ 2. Poco denso ☐ 3. Aterciopelado ☐ 4. Espeso velludo ☐ 5. Denso y largo (lanado)

4.9 ANTOCIANINA EN EL LIMBO

- ☐ 1. Ausencia ☐ 2. Poca ☐ 3. Mucha

4.10 ANTOCIANINA EN LAS NERVADURAS DEL ENVEZ

- ☐ 1. Ausencia ☐ 2. Poca ☐ 3. Mucha

4.11 CAPA CEROSA EN LA HOJA (rascar con la uña) "Este descriptor sale"

- ☐ 1. Ausente ☐ 2. Presente en la haz ☐ 3. Presente en el envés 4. Presente en ambos

4.12 COLOR DE LA HAZ (por tabla de colores)

4.13 NUMERO DE DIENTES EN EL MARGEN FOLIAR (tomados en 2cm., parte media del lóbulo central en 5 hojas)

4.14 ANGULO ENTRE NERVADURAS LATERALES (0, si son unilobuladas)

4.15 LONGITUD DEL LOBULO CENTRAL

 Mm mm mm mm mm

4.16 LONGITUD DEL LOBULO LATERAL DERECHO

 Mm mm mm mm mm

4.17 ANCHURA MAXIMA DEL LOBULO CENTRAL

 Mm mm mm mm mm

4.18 DISTANCIA DE LA INSERCIÓN DEL PECIOLO AL SENO DEL LOBULO LATERAL DERECHO (longitud del lóbulo central cuando es unilobulada)

 Mm mm mm mm mm

7 BRACTEAS

7.1 UNION DE LAS BRACTEAS

- ☐ 1. Libres ☐ 2. Unidos a menos de la mitad ☐ 3. Unidos hasta la mitad ☐ 4. Unidos a más de la mitad

7.2 PERMANENCIA DE LAS BRACTEAS

- ☐ 1. Permanentes ☐ 2. Deciduas ☐ 3. Ambos

7.3 PUBESCENCIA DE LAS BRACTEAS

- ☐ 1. Glabro ☐ 2. Poco denso ☐ 3. Aterciopelado ☐ 4. Espeso velludo ☐ 5. Denso y largo (lanado)

7.4 POSICION DE LA PUBESCENCIA

- ☐ 1. Ausente ☐ 2. Por la haz ☐ 3. Por el envés ☐ 4. Por ambos lados

7.5 COLOR DE LAS BRACTEAS (fondo, dada por tabla de colores)

7.6 ANTOCIANINA EN EL ENVEZ (exterior) DE LAS BRACTEAS

- ☐ 1. Ausente ☐ 2. variable o intermedia (0-80%) ☐ 3. Mucha (>80%; rojo dominante)

7.7 FORMA DE LAS BRACTEAS

1. *setáceas*: con apariencia de cerdas (teretes. Ej. *P. popenovii*)
2. *lineares*: prolongada y angosta de márgenes mas o menos paralelos, (fino, largo y foliáceo. Ej. *P. maliformis*)
3. *pinatisecta*: sectadas en forma de pinnada, las hendiduras llegan casi al nervio central. (ej. *P. pinnatispula*)
4. *lobuladas*: divididas en lóbulos pequeños.
5. *Lanceoladas*: base mas amplia, redondeada y atenuada hacia el ápice.
6. *Oblongas*
7. *ovadas* (ej. *P. cumbalensis*)
8. Otro (dibujar)

7.8 MARGEN DE LAS BRACTEAS

- ☐ 1. Entero ☐ 2. Aserrado ☐ 3. Serrulado ☐ 4. Dentado ☐ 5. Doblemente aserrado ☐ 6. Otros (especificar)

7.9 FORMA DEL APICE DE LAS BRACTEAS

- ☐ 1. Redondeado ☐ 2. Obtuso (>90°) ☐ 3. Agudo ☐ 4. Muy agudo (<45°) ☐ 5. Otros (dibujar)

7.10 LONGITUD DE LAS BRACTEAS

- Mm mm mm mm mm

7.11 ANCHO DE LAS BRACTEAS

- Mm mm mm mm mm

8 FLOR (en antesis)

8.1 NUMERO PROMEDIO DE FLORES POR NUDO EN 10 NUDOS FLORIFEROS

8.2 FORMA DE LA COPA FLORAL

- ☐ 1. Semicerrada (bracteosa) ☐ 2. Campanulada (moll. y mixta) ☐ 3. Abierta o levemente reflexa (tarminiana) ☐ 4. Reflexa (tarminiana o manicata)

8.3 ORIENTACION DE LA FLOR (Angulo del tubo floral o hipantio con la vertical) 10° de precisión

8.4 PUBESCENCIA DE LA COPA FLORAL

- ☐ 1. Glabro ☐ 2. Poco denso ☐ 3. Aterciopelado ☐ 4. Espeso velludo ☐ 5. Denso y largo (lanado)

8.5 PUBESCENCIA DEL HIPANTIO

☐ 1. Glabro ☐ 2. Poco denso ☐ 3. Aterciopelado ☐ 4. Espeso velludo ☐ 5. Denso y largo (lanado)

8.6 COLOR DOMINANTE DE LOS PETALOS (por tabla de colores)

8.7 CLOROFILA EN EL EXTERIOR DE LOS SEPALOS

☐ 1. Ausente (india) ☐ 2. Presente (moll.)

8.8 QUILLA DE LOS SEPALOS

☐ 1. Ausente ☐ 2. Presente

8.9 CORNICULO CERCA DEL APICE DE LOS SEPALOS

☐ 1. Ausente ☐ 2. Presente

8.10 UNION DE LOS SEPALOS

☐ 1. Libres ☐ 2. Coalescentes

8.11 LONGITUD DE LOS PETALOS (1 pétalo por flor)

mm mm mm mm mm

8.12 ANCHO DE LOS PETALOS

mm mm mm mm mm

8.13 LONGITUD DE LOS SEPALOS

mm mm mm mm mm

8.14 ANCHO DE LOS SEPALOS

mm mm mm mm mm

8.15 DIAMETRO DE LA CAMARA NECTARIFERA

mm mm mm mm mm

8.16 DIAMETRO DEL TUBO FLORAL A CONTINUACION DE LA CAMARA NECTARIFERA

mm mm mm mm mm

8.17 DIAMETRO DEL TUBO FLORAL EN LA PARTE SUPERIOR

mm mm mm mm mm

8.18 LONGITUD DE LA FLOR (desde la base del hipantio hasta la base del estilo)

mm mm mm mm mm

8.18.1 LONGITUD DEL HIPANTIO

mm mm mm mm mm

8.19 LONGITUD DEL TUBO FLORAL

mm mm mm mm mm

8.20 LONGITUD DE LA CAMARA NECTARIFERA

mm mm mm mm mm

8.21 NUMERO DE SERIES EXTERIORES EN LA CORONA (flor abierta sin soporte)

8.22 COLOR DE LA ULTIMA SERIE DE LOS FILAMENTOS EN LA BASE (por tabla de colores)

8.23 COLOR DE LA ULTIMA SERIE DE LOS FILAMENTOS EN EL APICE (por tabla de colores)

8.24 LONGITUD DE LOS FILAMENTOS O TUBERCULOS MAS LARGO

 mm mm mm mm mm

8.25 DISTRIBUCION DE LAS ANTERAS

☐ 1. Simetria radial☐ 2. Simetria bilateral☐ 3. Otra (dibujar)

8.26 COLOR DE LOS FILAMENTOS ESTAMINALES (por tabla de colores)

8.27 LONGITUD DE LOS FILAMENTOS ESTAMINALES

 mm mm mm mm mm

8.28 PUBESCENCIA DEL OVARIO

☐ 1. Glabro☐ 2. Poco denso☐ 3. Aterciopelado☐ 4. Espeso velludo☐ 5. Denso y largo (lanado)

8.29 COLOR DEL OVARIO (por tabla de colores)

8.30 LONGITUD DEL OVARIO

 mm mm mm mm mm

8.31 COLOR DE LOS ESTILOS (por tabla de colores. La parte alargada)

8.32 LONGITUD DE LOS ESTILOS (sin contar los estigmates)

 mm mm mm mm mm

8.33 DISTRIBUCION DEL COLOR DE LOS ESTILOS

☐ 1. Uniforme☐ 2. Moteado☐ 3. Apice☐ 4. Base

8.34 COLOR DE LOS ESTIGMAS (por tabla de colores)

8.35 COLOR DEL ANDROGINOFORO (por tabla de colores)

8.36 DISTRIBUCION DEL COLOR DEL ANDROGINOFORO

☐ 1. Uniforme☐ 2. Moteado☐ 3. Otros (especificar)

8.37 PUBESCENCIA DEL ANDROGINOFORO

☐ 1. Glabro☐ 2. Poco denso☐ 3. Aterciopelado☐ 4. Espeso velludo☐ 5. Denso y largo (lanado)

8.38 LONGITUD DEL GINOFORO (desde la inserción de los estambres hasta la base del ovario)

 mm mm mm mm mm

8.39 LONGITUD DEL ANDROGINOFORO (medir hasta la inserción de los estambres)

 mm mm mm mm mm

8.40 LONGITUD DEL OPERCULO EN LA FLOR

 mm mm mm mm mm

8.41 LONGITUD DEL LIMEN (0 si es ausente o poco visible)

mm mm mm mm mm

8.42 MARGEN DEL LIMEN

☐ 1. Plano-entero ☐ 2. Plano-aserrado ☐ 3. Ondulado-entero ☐ 4. Ondulado-aserrado

8.43 ANULUS EN LA CAMARA NECTARIFERA

☐ 1. Ausente ☐ 2. Presente

8.44 No. DE SERIES DE FILAMENTOS O TUBERCULOS EN EL INTERIOR DEL HIPANTIO

8.45 COLOR INTERNO DEL HIPANTIO (tabla de colores)

☐ 1. Blanco 2. Otro

8.46 CLOROFILA EN EL EXTERIOR DEL HIPANTIO

☐ 1. Ausente (cumbalensis) ☐ 2. Presencia parcial ☐ 3. Presencia global (moll.)

8.47 ANTOCIANINA EN EL EXTERIOR DEL HIPANTIO

☐ 1. Ausente (cumbalensis) ☐ 2. Presencia parcial ☐ 3. Presencia global (moll.)

6 PEDUNCULO Y PEDICELO

6.1 PUBESCENCIA EN EL PEDUNCULO

☐ 1. Glabro ☐ 2. Poco denso ☐ 3. Aterciopelado ☐ 4. Espeso velludo ☐ 5. Denso y largo (lanado)

6.2 LONGITUD DEL PEDUNCULO (más espacio eventual encima de las bracteas)

mm mm mm mm mm

6.3 DIAMETRO DEL PEDUNCULO (tomado en la mitad, precisión: décimo de milímetro)

mm mm mm mm mm

6.4 LONGITUD DEL PEDICELO (de las bracteas hasta la base del hipantio)

mm mm mm mm mm

9 FRUTO

9.1 PIGMENTACION EN EL FRUTO INMADURO

1. Uniforme
2. Manchas con puntos (india)
3. Moteado (más grandes que 0.25mm)
4. Líneas
5. Otras (describir)

9.2 COLOR DE PIGMENTACION DE LOS FRUTOS INMADUROS (por tabla de colores)

--

9.3 COLOR DE LOS FRUTOS MADUROS (por tabla de colores)

--

9.4 FORMA DEL FRUTO MADURO

1. Esférico
2. Ovoide forma de huevo. base más amplia que el ápice
3. Obovados. Forma de huevo, ápice más amplio que la base
4. Oblongo. Fruto mas largo que ancho, extremidades redondeadas

5. Elipsoide. Redondeado y más ancho en la parte central
 6. Fusiforme
 7. Otras (dibujar)

9.5 PUBESCENCIA DEL FRUTO INMADURO

- ☐ 1. Ausente ☐ 2. Presente

9.6 PUBESCENCIA DEL FRUTO MADURO

- ☐ 1. Ausente ☐ 2. Presente

9.7 PESO FRESCO

g g g g g

9.8 LONGITUD DEL FRUTO

mm mm mm mm mm

9.9 DIAMETRO DEL FRUTO

mm mm mm mm mm

9.10 VOLUMEN DEL FRUTO

ml ml ml ml ml

9.11 SECCION TRANSVERSAL DEL FRUTO

- ☐ 1. Redondo ☐ 2. Hexagonal ☐ 3. Triangular ☐ 4. Otros

9.11 SECCION TRANSVERSAL DE LA CUBIERTA SEMINAL

- ☐ 1. Redondo ☐ 2. Hexagonal ☐ 3. Triangular ☐ 4. Otros

9.12 ESPESOR DEL EPICARPIO + MESOCARPIO

mm mm mm mm mm

9.13 TEXTURA DEL MESOCARPO

- ☐ 1. Duro ☐ 2. Blando rugoso ☐ 3. Blando esponjoso

9.14 ADHERENCIA DEL ENDOCARPO

- ☐ 1. Mesocarpo ☐ 2. Pulpa y mesocarpo ☐ 3. Pulpa

9.15 GROSOR DEL ENDOCARPO

- ☐ 1. Fino (curubas) ☐ 2. Otros

9.16 SABOR DEL ARILO DEL FRUTO

- ☐ 1. Acido ☐ 2. Amargo o astringente ☐ 3. Insípido ☐ 4. Dulce ☐ 5. Otro (especificar)

9.17 PESOS DE LA CASCARA

g g g g g

9.18 PESO DE LAS SEMILLAS

g g g g g

9.19 PESO DEL JUGO Y LA PULPA

g g g g g

9.20 DUREZA O FIRMEZA DE LA CASCARA

- ☐ 1. Blando ☐ 2. Resistente a la presión ☐ 3. Quebradiza ☐ 4. Muy madura

9.21 PH DEL JUGO (5 frutos mezclados o promedio)

9.22 ACIDEZ TITULABLE

 meq/100ml

9.23 INDICE REFRACTOMETRICO

9.24 VITAMINA C

 mg/100ml

9.25 PORCENTAJE DE PECTINAS

 %

9.26 PORCENTAJE DE CENIZAS

 %

10 SEMILLAS

10.1 TIPO SUPERFICIE DE SEMILLA

☐ 1. Lisa☐ 2. Reticulada☐ 3. Otros

10.2 COLOR DEL ARILO (dado por tabla de colores)

10.3 COLOR DE LA SEMILLA (dado por tabla de colores)

10.4 BRILLO DE LA SEMILLA

☐ 1. Mate☐ 2. Intermedio☐ 3. Brillante

10.5 FORMA DE LA SEMILLA

1. Obovada: inversamente ovada
2. Acorazonada
3. Piramidal: parte mas amplia en la base
4. Obcordada: inversamente cordada
5. Cuneada
6. Otras

10.6 LARGO DE LA SEMILLA

 mm mm mm mm mm

10.7 ANCHO DE LA SEMILLA

 mm mm mm mm mm

10.8 NUMERO DE SEMILLAS POR FRUTO

10.9 PESO DE 100 SEMILLAS

 g g g g G

11 EVALUACION FITOSANITARIA

11.1 EVALUACION DE INSECTOS PLAGA

1. Heterachtes sp (Barrenador del tallo)
2. Odonna passiflorae (Barrenador del tallo)
3. Sillepis sp. (Barrenador de la flor)
4. Zapriothica salebrosa (mosca del boton F)
5. Dione juno (Esqueletizador de la hoja)
6. diptero barrenador de la hoja (Guerrilla)
7. Otros

11.2 EVALUACION DE ENFERMEDADES

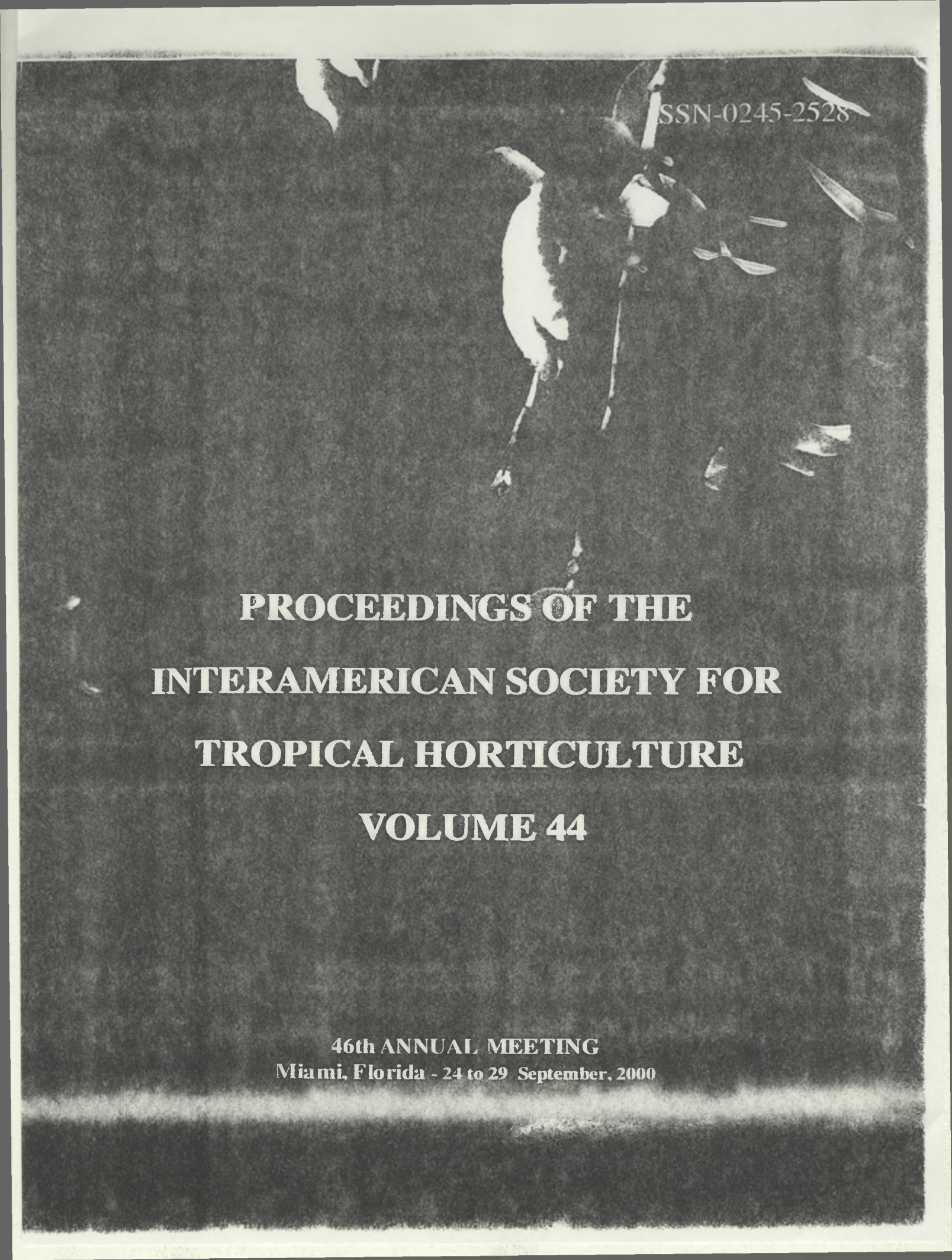
1. *Colletotrichum sp* (antracnosis del fruto)
2. *Botrytis cinerea* (derrame floral)
3. *Cladosporium sp* (roña del fruto)
4. *Oidium sp.* (cenicilla o mal blanco)
5. Otros

11.3 DEFICIENCIAS FITOSANITARIAS

11.4 OTROS

Anexo 2.

Publicaciones y comunicaciones



ISSN-0245-2528

**PROCEEDINGS OF THE
INTERAMERICAN SOCIETY FOR
TROPICAL HORTICULTURE
VOLUME 44**

**46th ANNUAL MEETING
Miami, Florida - 24 to 29 September, 2000**

AFLP VARIATION WITHIN *PASSIFLORA* SUBGENUS *TACSONIA* AND BETWEEN *TACSONIA* AND OTHER SUBGENERA

S.D. Segura, G. Coppens d'Eeckenbrugge, P. Ollitrault, CIRAD-FLHOR/IPGRI, A.A.6713, Cali, Colombia.

A.Bohorquez, J. Tohmé, CIAT, A.A.6713, Cali, Colombia.

Abstract. DNA variation was studied in 35 accessions representing 14 species of *Passiflora* subgenus *Tacsonia* (including five cultivated species), *P. manicata* (Juss.) Pers. (subg. *Manicata*), four species of subgenus *Passiflora*, *P. trinervia* (Juss.) Poir. (subg. *Psilanthus*), and *P. alnifolia* HBK (subg. *Decaloba*). Two primer combinations were retained out of 24 tested. They generated 34 to 80 scorable bands per genotype, for a total of 260 bands on the whole sample. A higher polymorphism was found in the wild *P. mixta* than in the cultivated *P. tripartita* var. *mollissima* (Kunth) Holm-Nielsen & Jorgensen, *P. tarminiana* (Coppens & Barney) ined., and *P. pinnatistipula* Cav. DNA fingerprints of *P. x rosea* (Karst.) Killip clearly correspond to the superposition of the bands from its putative parents, *P. tripartita* var. *mollissima* and *P. pinnatistipula*. Cluster analysis is consistent with taxonomic classification into subgenera, with *P. manicata* intermediate between subgenera *Tacsonia* and *Passiflora*, but less consistent with the division of *Tacsonia* into sections. Within this subgenus, *P. mixta* L., *P. tripartita* var. *mollissima*, *P. tarminiana*, and *P. cumbalensis* (Karst.) Harms show particular affinity, as compared with *P. pinnatistipula* and less common species. Distances between *Tacsonia* and other subgenera appear limited as compared to distances within subgenus *Tacsonia*, suggesting that other techniques should be used to study the relationships among subgenera.

Resumen. La variación del ADN fue estudiada en 35 accesiones representando 14 especies de *Passiflora* subgénero *Tacsonia* (incluyendo cinco especies cultivadas), *P. manicata* (Juss.) Pers. (subg. *Manicata*), cuatro especies del subgénero *Passiflora*, *P. trinervia* (Juss.) Poir. (subg. *Psilanthus*) y *P. alnifolia* H.B.K. (subg. *Decaloba*). Dos combinaciones de iniciadores fueron retenidas entre las 24 probadas. Generaron de 34 a 80 fragmentos por genotipo, para un total de 260 bandas en la muestra. Un mayor polimorfismo se observó en la especie silvestre *P. mixta* que en los cultígenes *P. tripartita* var. *mollissima* (Kunth) Holm-Nielsen & Jorgensen, *P. tarminiana* (Coppens & Barney) y *P. pinnatistipula* Cav. Las huellas de ADN de *P. x rosea* (Karst.) Killip corresponden a la superposición de las de sus parientes putativos, *P. tripartita* var. *mollissima* y *P. pinnatistipula*. El agrupamiento mostró coherencia con la taxonomía a nivel de subgéneros, *P. manicata* colocándose entre los subgéneros *Tacsonia* y *Passiflora*, pero no mostró coherencia con las secciones del subgénero *Tacsonia*. Dentro de éste, *P. mixta* L., *P. tripartita* var. *mollissima*, *P. tarminiana* y *P. cumbalensis* (Karst.) Harms muestran mucha afinidad, en comparación con *P. pinnatistipula* y especies menos comunes. Las distancias entre *Tacsonia* y los otros subgéneros son similares a las distancias dentro del subgénero *Tacsonia*, sugiriendo que otras técnicas deberían ser utilizadas para estudiar las relaciones entre subgéneros.

With more than 400 species, the genus *Passiflora* is one of the most promising American taxa for the development of new fruit crops, which has justified important research efforts in many South American countries to establish the scientific bases for the conservation and exploitation of these genetic resources. The genus *Passiflora* has been classified in 22 subgenera. Most of the species producing an edible fruit belong to the subgenera *Passiflora* and *Tacsonia*. The former includes the maracuja (*P. edulis* Sims), the sweet granadilla (*P. ligularis* Juss.), the giant granadilla (*P. quadrangularis* L.), and the fragrant granadilla (*P. alata* Dryand.). The latter is easily characterized by a floral tube longer than the corolla and a non filamentous corona. It includes the two species of banana passion fruit, i.e. the "curuba de Castilla" (*P. tripartita* var. *mollissima*) and the newly described "curuba india" (*P. tarminiana*) (Coppens d'Eeckenbrugge et al., 2001), and other less widely cultivated Andean species like the rosy passion fruit (*P. cumbalensis*), the mountain granadilla (*P. pinnatistipula*), and the red banana passion flower (*P. antioquiensis* Karst.). *P. mixta*, the most widespread wild species of subgenus *Tacsonia*, is sometimes collected from the wild, or rarely cultivated. *P. tripartita* var. *mollissima*, *P. tarminiana*, *P. mixta*, and *P. cumbalensis* are typical representatives of the subgenus, as they exhibit a very long floral tube and a

non-filamentous corona. *P. pinnatistipula* is less typical, as it exhibits a floral tube of about the same length as the corolla and a simple corona with a single verticillium of short filaments.

A first study of morphological diversity in the subgenus *Tacsonia* was carried out on an Ecuadorian sample including accessions of the widespread species *P. tripartita* var. *mollissima*, *P. tarminiana*, *P. mixta*, *P. cumbalensis*, *P. pinnatistipula*, and *P. manicata* (Villacis et al., 1998). The last is a species from the neighboring subgenus *Manicata*, characterized by a floral tube of intermediate length, but shorter than the corolla, and a short but multiple corona. The 22 qualitative morphological descriptors showed very little infra-specific variation within each of these taxa. The results of cluster analysis appeared generally consistent with the current classification of Escobar (1988). Thus the four most typical species appeared well grouped, while *P. manicata* was rejected at some distance. *P. pinnatistipula* was placed at an intermediate position, reflecting its intermediate morphology. The only divergence with current taxonomy consisted in the classification of *P. tripartita* var. *mollissima* closer to *P. mixta* than to *P. cumbalensis* and *P. tarminiana*.

Table 1. Plant material analysed with AFLP. Taxonomy according to Escobar (1988) for *Passiflora* subgenus *Tacsonia*, and according to Killip (1938) and MacDougal (1994) for subgenera *Passiflora*, *Decaloba*, and *Manicata*. *P. tripartita* var. *mollissima* according to Holm-Nielsen et al. (1988).

SUBGENUS/section	SPECIES	ORIGIN	CODE
<i>TACSONIA</i>			
<i>Poggendorffia</i>	<i>P. pinnatistipula</i> Cav.	Boyacá, Colombia	PC01
		Tungurahua, Ecuador	PE02
		Cuzco, Perú	PP03
<i>Colombiana</i>	<i>P. x rosea</i> (Karst.) Killip	Boyacá, Colombia	OC04
	<i>P. antioquiensis</i> Karst.	Antioquia, Colombia	QC01
	<i>P. tenerifensis</i> L. Escobar	Valle, Colombia	NC01
<i>Parritana</i>	<i>P. parritae</i> (Mast.) Bailey	Caldas, Colombia	RC01
<i>Fimbriatistipula</i>	<i>P. fimbriatistipula</i> Harms	Cauca, Colombia	FC01
<i>Anomala</i>	<i>P. bracteosa</i> Planch & Lind.	Santander, Colombia	BC01
	Ex Tr. & Planch		
<i>Bracteogama</i>	<i>P. tripartita</i> var. <i>mollissima</i> (Kunth) Holm-Nielsen & Jørgensen	Boyacá, Colombia	MC02
		Valle, Colombia	MC03
		Tungurahua, Ecuador	ME04
		Huancavelica, Perú	MP05
<i>Ampullacea</i>	<i>P. cumbalensis</i> (Karst.) Harms	Boyacá, Colombia	UC01
<i>Trifoliata</i>	<i>P. ampullacea</i> (Mast.) Harms	Chimborazo, Ecuador	LLE01
<i>Boliviana</i>	<i>P. trifoliata</i> Cav.	Junin, Perú	TP01
<i>Tacsonia</i>	<i>P. gracilens</i> (Gray) Harms	Cuzco, Perú	GP01
	<i>P. mixta</i> L.	Mérida, Venezuela	XV01
		Boyacá, Colombia	XC02
		Tolima, Colombia	XC03
		Tungurahua, Ecuador	XE04
		Huancavelica, Perú	XP05
Unclassified	<i>P. tarminiana</i> Coppens & Barney ined.	Táchira, Venezuela	IV01
		Boyacá, Colombia	IC02
		Valle, Colombia	IC03
		Tungurahua, Ecuador	IE04
<i>MANICATA</i>	<i>P. manicata</i> (Juss.) Pers.	Mérida, Venezuela	AV01
		Boyacá, Colombia	AC02
<i>PASSIFLORA</i>			
<i>Incarnatae</i>	<i>P. edulis</i> f. <i>flavicarpa</i> Degener	Valle, Colombia	EC01
<i>Tiliaefoliae</i>	<i>P. ligularis</i> Juss.	Quindío, Colombia	DC01
	<i>P. tiliaefolia</i> L.	Antioquia, Colombia	VC01
<i>Laurifoliae</i>	<i>P. popenovii</i> Killip	Cauca, Colombia	LC01
<i>DECALOBA</i>	<i>P. alnifolia</i> H.B.K.	Valle, Colombia	SC01
<i>PSILANTHUS</i>	<i>P. trinervia</i> (Juss.) Poir.	Valle, Colombia	YC01

A second study, based on isozyme diversity, also separated clearly the zymotypes revealed in *P. manicata* and *P. pinnatistipula* from the zymotypes revealed in the four most typical species of subgenus *Tacsonia* (Segura et al., 1998). The correspondence between clusters and species was good, except for *P. tripartita* var. *mollissima* and *P. mixta* that were distributed in three main clusters. The composition of these clusters could be more easily interpreted in terms of geographic origin than taxonomical classification, thus revealing again a close affinity between these two species.

DNA markers have been also used to study genetic diversity in *Passiflora*. Fajardo *et al.* (1998) and Sánchez *et al.* (1999) respectively tested RAPD and RFLP markers to verify relationships in a sample of species from the subgenera *Passiflora*, *Tacsonia*, *Decaloba*, *Distephana*, and *Astrophea*. Considering subgenus *Tacsonia*, represented by *P. tripartita* var. *mollissima*, *P. tarminiana*, *P. cumbalensis*, *P. pinnatistipula*, *P. x rosea*, a presumed hybrid between *P. tripartita* var. *mollissima* and *P. pinnatistipula*, and *P. antioquiensis*, the results were consistent with those obtained with morphological descriptors and isozyme markers. Unfortunately, as *P. mixta* was not included in the sample, its relation with *P. tripartita* var. *mollissima* could not be clarified.

Table 2. Numbers of DNA fragments generated for *Passiflora* accessions.

SPECIES	ACCESSION	SCORED FRAGMENTS		
		Shared	Unique	Total
<i>P. pinnatistipula</i>	PC01	50	0	50
	PE02	49	0	49
	PP03	49	0	49
<i>P. x rosea</i>	OC04	30	0	30
<i>P. antioquiensis</i>	QC01	56	4	60
<i>P. tenerifensis</i>	NC01	59	2	61
<i>P. parritae</i>	RC01	52	3	55
<i>P. fimbriatistipula</i>	FC01	55	1	56
<i>P. bracteosa</i>	BC01	52	1	53
<i>P. tripartita</i>	MV01	60	0	60
<i>P. tripartita</i> var. <i>mollissima</i>	MC02	58	0	58
	MC03	60	0	60
	ME04	61	0	61
	MP05	40	0	40
<i>P. tarminiana</i>	IV01	61	0	61
	IC02	58	0	58
	IC03	59	0	59
	IE04	34	0	34
<i>P. cumbalensis</i>	UC01	66	0	66
<i>P. ampullacea</i>	LLE01	53	1	54
<i>P. trifoliata</i>	TP01	58	1	59
<i>P. gracilens</i>	GP01	43	2	50
<i>P. mixta</i>	XV01	59	3	62
	XC02	39	0	39
	XC03	38	1	39
	XE04	47	0	47
	XP05	58	0	58
<i>P. manicata</i>	AV01	34	0	34
	AC02	38	0	38
<i>P. edulis</i>	EC01	45	9	54
<i>P. tiliaefolia</i>	DC01	48	3	51
<i>P. ligularis</i>	GP01	54	1	55
<i>P. popenovii</i>	VC01	46	3	49
<i>P. alnifolia</i>	SC01	33	12	45
<i>P. trinervia</i>	YC01	32	4	36

In the present study, we focused on the subgenus *Tacsonia*, using AFLP markers and widening the sample of species studied. The main objectives were (1) to examine the levels of AFLP variation within the subgenus *Tacsonia* and (2) to compare it variation in other subgenera, particularly the neighboring subgenera *Manicata* and *Passiflora*. Subgenus *Tacsonia* was represented by 14 species belonging to each of the ten sections defined by Escobar (1988). Subgenus *Manicata* was represented by its unique species *P. manicata*. Subgenus *Passiflora* is represented by four species from three sections. *P. alnifolia* and *P. trinervia*, from subgenera *Decaloba* and *Psilanthus*, were included as outgroups. The total number of species represented is 21.

Materials and Methods

The 35 accessions are listed in Table 1. The taxonomy of *Tacsonia* sections follows Escobar (1988) and that of the other subgenera follows Killip (1938) and MacDougal (1994). However, following Holm-Nielsen *et al.* (1988), *P. mollissima* is considered a botanical variety of *P. tripartita*.

DNA was extracted from nitrogen-frozen leaves and sprouts following the method of González *et al.* (1995). Fresh leaves were used for all accessions except for *P. gracilens* (Gray) Harms, *P. trifoliata* Cav., *P. parritae* (Mast.) Bailey and *P. fimbriatistipula* Harms, for which only dry leaves were available. The

AFLP technique has been described by Vos *et al.* (1995). The whole procedure was performed according to the AFLP Manual (GIBCO, 1998) with staining gel modifications. Two primer combinations (EcoRI-ACA/MseI-CAG (A) and EcoRI-AAC/MseI-CAT (B)) were retained out of 24 tested, on the basis of revealed polymorphism and resolution in individuals PC01, PE02, MC02, and MC03. Silver staining was used to visualize AFLP fragments after electrophoresis.

Interspecific divergence was investigated by comparing the number of shared and exclusive fragments. At the intraspecific level, the numbers of common and polymorphic fragments were compared for the most common species. Cluster analysis was performed with the coefficient of Nei and Li (1979) using the Neighbor-Joining procedure of the DARWIN program (Perrier and Jacquemoud-Collet, 1999).

Results and Discussion

AFLP fingerprints produced a total of 106 and 154 scorable amplification products, ranging from 50 to 360 nucleotides, for combinations A and B respectively (Table 2). All these 260 fragments contributed to polymorphism, indicating wide genetic variability in the genus *Passiflora*. The number of fragments per accession was relatively uniform, ranging from 34 to 66, with the exception of *P. x rosea* whose 80 fragments clearly correspond to the superposition of bands from its putative parents, *P. tripartita* var. *mollissima* and *P. pinnatistipula*. Among the most common species, wild *P. mixta* shows high polymorphism, with 76 polymorph fragments out of 91. In contrast, the cultivated species *P. tripartita* var. *mollissima* and *P. tarminiana* respectively had 63 % and 55% of polymorphic bands. With three individuals from different countries, *P. pinnatistipula* only showed 11 polymorphic bands out of 53 stained (21%).

Figure 1 is a diagrammatic presentation of the affinity among the most common species, as reflected by the numbers of bands they share. Three species, *P. tripartita* var. *mollissima*, *P. mixta* and *P. tarminiana*, appear to be most closely related, sharing between 52 and 59 bands. *P. mixta* and *P. tripartita* var. *mollissima* appear slightly less related with *P. cumbalensis* (45-47 bands shared), but only one accession of *P. cumbalensis* was used here and the situation might be different with more samples. *P. pinnatistipula* and *P. manicata* only share from 14 to 27 bands with the first four species, with the exception of *P. mixta*, which shares 36 bands with *P. pinnatistipula*.

The close affinity of the four typical species is well reflected in the cluster results presented in Figure 2, as they appear grouped together and organized in monospecific clusters. Within-group distances are appreciable when compared to between-group distances. The two cultigens, *P. tripartita* var. *mollissima* and *P. tarminiana*, cluster independently and at the same distance from *P. mixta* and *P. cumbalensis*. Polymorphism within *P. mixta* is expressed by its splitting into a "northern" cluster, including three accessions from Venezuela and Colombia, and a "southern" cluster, including two accessions from Ecuador and Peru. Although less marked, a similar geographical structure exists for *P. tripartita* var. *mollissima*. This pattern confirms the results of a previous isozyme study (Segura *et al.*, 1998).

The other species of subgenus *Tacsonia* appear scattered at some distance from the group of four species described above. *P. trifoliata* and *P. gracilens* form a first loose cluster. A little further are found the three accessions of *P. pinnatistipula*, with very little variation among them, and their relative, *P. x rosea*. Then comes the accession of *P. ampullacea* (Mast.) Harms alone. The last *Tacsonia* cluster is composed by the accessions of *P. antioquiensis*, *P. tenerifensis*, *P. parritae* and *P. fimbriatistipula*, plus *P. bracteosa* Planch. & Lind. ex Tr. & Planch. at a greater distance.

Considering the species represented in all the studies mentioned above, the dendrograms obtained with morphological markers, isozymes, as well as molecular markers (RAPD, chloroplast DNA RFLP, and AFLP) appear consistent. Compared with the taxonomy of subgenus *Tacsonia*, the results corroborate only partially Escobar's phylogenetic classification into ten sections. The position of *P. antioquiensis* and *P. tenerifensis* in the dendrogram confirms their inclusion in the section *Colombiana*. Our data also corroborate the placement of *P. bracteosa* in the subgenus *Tacsonia*. On the other hand, they cast further doubt on the inclusion of *P. mixta* and *P. mollissima* into different sections (*Tacsonia* and *Bracteogama* respectively). The separation in two different sections of *P. parritae* and *P. fimbriatistipula*, which appear well grouped in the dendrogram, can also be questioned.

The species of the other subgenera are well separated from those of subgenus *Tacsonia*. The more proximal node separates the *P. manicata* accessions, and the next separates *P. alnifolia* and *P. trinervia* from the species of subgenus *Passiflora*. The latter are loosely clustered, only *P. tiliaefolia* L. and *P. ligularis* Juss. (both from section *Tiliaefoliae*) showing close affinity. The interspecific distances within subgenus *Tacsonia* appear of the same order as the distances between subgenera, which may indicate the

limits of AFLP for systematic studies at that level. Studies need to be continued with other methods, such as cytoplasmic DNA RFLP, to investigate relationships among subgenera.

The results suggest that for banana passion fruit improvement, a higher priority should be given to the species showing more affinity with *P. tripartita* var. *mollissima* and *P. tarminiana*. Within these cultivated species, more accessions should be collected, characterized and evaluated in the South of their area of distribution (including Bolivia, northern Argentina, and Chile), as isozyme and AFLP studies indicate a North-South differentiation and higher levels of polymorphism in the South. *P. mixta* should also be prioritized as it shows particular affinity with the cultigens, particularly with *P. tripartita* var. *mollissima*. Crossing barriers do not seem to be a problem in subgenus *Tacsonia*. Thus, artificial hybrids between *P. tripartita* var. *mollissima* and *P. tarminiana* and between *P. tripartita* var. *mollissima* and *P. mixta* have been obtained easily (Coppens d'Eeckenbrugge, unpubl.). More distant crosses may be attempted if characters of interest are identified in other species of subgenus *Tacsonia*, and even in subgenus *Manicata*. Indeed hybrids have been obtained by crossing *P. manicata* with *P. tripartita* var. *mollissima* (Escobar, 1985) and *P. tarminiana* (C.I. Medina, pers. com.)

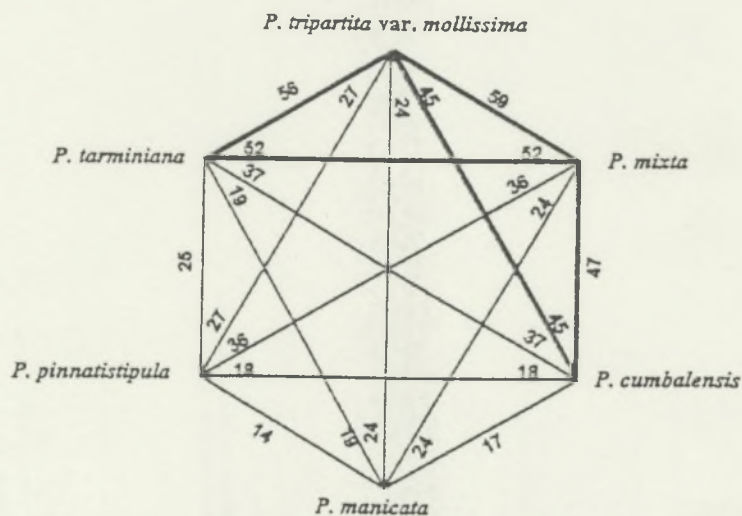


Figure 1. Number of AFLP fragments shared among the five most common species of subgenus *Tacsonia* and *P. manicata*.

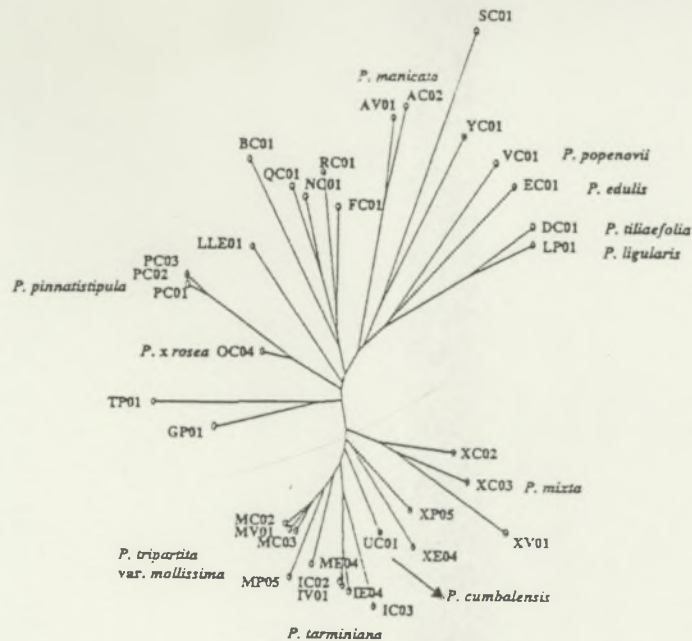


Figure 2. Radial tree derived from AFLP patterns among species of the different sections of *Passiflora* subgenus *Tacsonia* and species from other subgenera (neighbour joining, coefficient of Nei & Li, 1979). First letter of accessions refers to the species (X for *P. mixta*, U for *P. cumbalensis*, I for India, M for *P. tripartita* var. *mollissima*, P for *P. pinnatistipula*, O for *P. x rosea*, N for *P. tenerifensis*, R for *P. parrii*, F for *P. fimbriatistipula*, LL for *P. ampullacea*, T for *P. trifoliata*, G for *P. gracilis*, A for *P. manicata*, E for *P. edulis*, L for *P. ligularis*, D for *P. tiliacifolia*, V for *P. popenovii*, S for *P. alnifolia*, and Y for *P. trinervia*). The second letter refers to the country of origin (V for Venezuela, C for Colombia, E for Ecuador, and P for Peru). See Table 1 for more precise identification of accessions.

Literature Cited

- Coppens d'Eeckenbrugge, G., V.E. Barney, P. Møller Jørgensen, and J. MacDougal. 2001. *Passiflora tarminiana*, a new cultivated species of *Passiflora* subgenus *Tacsonia*. *Novon*, 11, submitted for publication.
- Escobar, L.A. 1985. Biología reproductiva de *Passiflora manicata* e hibridación con la curuba, *Passiflora mollissima*. *Actualidades Biológicas* 14:111-121.
- Escobar, L.A. 1988. *Passifloraceae*. In: Flora de Colombia. P. Pinto and G. Lozano (eds.). Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia.
- Fajardo, D., F. Angel, M. Grum, J. Tohme., M. Lobo, W.M. Roca, and I. Sánchez. 1998. Genetic variation analysis of the genus *Passiflora* L. using RAPD markers. *Euphytica* 10:341-347.
- GIBCO. 1998. AFLP Analysis system I. AFLP Starter primer kit.
- González, D., N. Palacios, G. Gallego, and J. Tohme. 1995. Protocolos para marcadores moleculares. CIAT. Cali, Colombia. Documento de trabajo 258.
- Holm-Nielsen, L., P.M. Jørgensen, and J.E. Lawesson. 1988. *Passifloraceae*. In: Flora of Ecuador. G. Harling and L. Anderson (eds.). Univ. Göteborg, Copenhagen. Vol. 31.
- Killip, E.P. 1938. The American species of *Passifloraceae*. Field Mus. Nat. Hist., Bot. Ser. 19. Chicago.

MacDougal, J.M. 1994. Revision of *Passiflora* subgenus *Decaloba* section *Pseudodysosmia* (Passifloraceae). Amer. Soc. Plant Taxonomists. Systematic Botany Monographs, Ann Harbor (Michigan). Vol. 41.

Nei, M. and W.H. Li. 1979. Mathematical model for studying genetic variation in terms of restriction endonucleases. Proc. Natl. Acad. Sci. 76:5269-5273.

Perrier, X. and J.P. Jacquemoud-Collet. 1999. DARWIN. Version 3.0. CIRAD-FLHOR. Montpellier.

Sánchez, I., F. Angel, M. Grum, M.C. Duque, M. Lobo, and J. Tohme. 1999. Variability of chloroplast DNA in the genus *Passiflora* L. Euphytica 106:15-26.

Segura, S.D., G. Coppens d'Eeckenbrugge, and P. Ollitrault. 1998. Isozyme variation in five species of *Passiflora* subgenus *Tacsonia* and *Passiflora manicata*. Proc. Interamer. Soc. Trop. Hort., 42:260-266.

Villacis, L.A., J. Vega, M. Grum, and G. Coppens d'Eeckenbrugge. 1998. Morphological characterization of Andean *Passifloras* (*Passiflora* spp.) from Ecuador. Plant Genetic Ressources Newsl., 115: 51-55.

Vos, P., R. Hogers, M. Bleeker, M. Reijans, T. van de Lee, M. Hornes, A. Frijters, J. Pot., J. Peleman., M. Kuiper and M. Zabeau. 1995. AFLP: a new technique for DNA fingerprinting. Nucleic Acids Research, 23:4407-4414.

Acknowledgements: The first author was supported by a SFERE-CONACyT grant of the Mexican and French governments. We thank Esteban Rodriguez and Jorge Vega for providing part of the plant material and Luigi Guarino for his corrections to the manuscript. This research has been partly funded by Colciencias through the project 1203-12-097-98

Coppens, Geo

From: Macias O., Mónica Del Pilar on behalf of CIAT IPGRI
Sent: Thursday, February 14, 2002 9:41 AM
To: Coppens, Geo
Subject: FW: GRES 1035

-----Original Message-----

From: ELLEN.KLINK@wkap.nl [mailto:ELLEN.KLINK@wkap.nl]
Sent: Thursday, February 14, 2002 8:30 AM
To: ciat-iogri@cqiur.org
Cc: ELLEN.KLINK@wkap.nl
Subject: GRES 1035

ciat-iogri@cqiur.org

Dr. G. Coppens d'Eeckenbrug
International Plant Genetic
Resources Institute
Oficina Regional para las Amer.
c/o CIAT, Apartado Aereo 6713
Cali
Colombia

Date: 14 February 2002

Tel.no.(direct):(0)78 6576553

Our ref.: GRES1035 J3AUT1 1529541
Isozyme variation in passiflora subgenera tacsonia and
manicata. Relationships between cultivated and wild species
SEGURA/COPPENS D'EECKENBRUGGE/OCAMPO/OLLITRAULT

Dear Dr. Coppens d'Eeckenbrug,

I am pleased to inform you that your manuscript has been accepted for publication and will appear in one of the next issues of the journal:

Genetic Resources and Crop Evolution

You will be contacted about proofs and offprints in due course by our Manufacturing Department. Any queries concerning the production of your manuscript should be sent to:

Kluwer Academic Publishers
Manufacturing Department GRES
P.O. Box 990
3300 AZ Dordrecht
The Netherlands

Please remember to quote the manuscript number GRES1035 at all times. Thank you.

Sincerely yours,

Passiflora tarminiana, a New Cultivated Species of *Passiflora* subgenus *Tacsonia* (Passifloraceae)

Geo Coppens d'Eeckenbrugge and Victoria E. Barney

CIRAD-FLHOR/IPGRI Project for Neotropical Fruits, c/o CIAT, A.A. 6713, Cali, Colombia

Peter Møller Jørgensen and John M. MacDougal

Missouri Botanical Garden, P.O. Box 299, St. Louis, Missouri 63166-0299, U.S.A.

ABSTRACT. The new species *Passiflora tarminiana* differs from its closest relative by the character combination of very small acicular stipules and large reflexed petals and sepals. This species has escaped detection despite being widely cultivated in South America. Naturalized populations, particularly in Hawai'i, have created problems for conservation of the native flora. In Colombia it is more frequently adopted in industrial cultivation because of its unusual vigor and resistance to fungal diseases.

RESUMEN. La nueva especie *Passiflora tarminiana* difiere de su pariente más cercano por la combinación de caracteres de las estípulas aciculares muy pequeñas y los pétalos y sépalos grandes y reflexos. Esta especie ha escapado su descubrimiento a pesar de estar extensamente cultivada en América del Sur. Las poblaciones naturalizadas, particularmente en Hawai, han creado problemas para la conservación de la flora nativa. En Colombia se adopta mas frecuentemente en el cultivo industrial debido a su extremo vigor y resistencia a las enfermedades causadas por hongos.

Key words: Hawaii, *Passiflora*, Passifloraceae, South America, tropical fruit.

Passifloras of the subgenus *Tacsonia* are cultivated by many small farmers, from Venezuela to Bolivia. Some species are cultivated in New Zealand (Young, 1970). The main cultivated species was earlier known as *Passiflora mollissima* (Kunth) Bailey (Escobar, 1980, 1988; Jaramillo, 1957), but which we now prefer to recognize as *P. tripartita* var. *mollissima* (Kunth) Holm-Nielsen & P. Jørgensen as supported by analysis of morphological (Holm-Nielsen et al., 1988; Villacis et al., 1998) and genetic character states (Fajardo et al., 1998; Sánchez et al., 1999). It is called "curuba de Castilla" in Colombia, "tacso de Castilla" in Ecuador, and "banana passion fruit" in English-speaking countries. The second species of importance in the Andes is "curuba india," "curuba ecuatoriana," or "curuba quiteña" in

Colombia, called "tacso amarillo" in Ecuador (Pérez Arbeláez, 1978; A.A.A., 1992; Campos, 1992), and "banana liliko'i" or "banana poka" where introduced in Hawai'i (La Rosa, 1984). It is most frequently found in private gardens, but some commercial growers have, because of its wild-type vigor, started to grow it instead of the "curuba de Castilla," *P. tripartita* var. *mollissima*. We describe this overlooked cultigen as a new species under the name *Passiflora tarminiana*, in recognition of Tarmín Campos (b. 1947), a Colombian agronomist and professor who has contributed enthusiastically for the past 20 years to the development of banana passion fruit cultivation and introduced the first author to the cultivated passifloras of the central Colombian highlands.

Producers and consumers easily differentiate *Passiflora tarminiana* from *P. tripartita* var. *mollissima*, but it has never been mentioned as a distinct species in taxonomical studies. In a letter to Tarmín Campos, Linda de Escobar considered it to be a hybrid of *P. tripartita* var. *mollissima*, possibly with the relatively glabrous *P. cumbalensis* (H. Karsten) Harms (in litt., 28 June 1990). The monographer Killip usually referred it to *P. mollissima*, but occasionally annotated specimens (e.g., MacDaniels 635) as "a hybrid between *P. mollissima* and some other species of the *Tacsonia* group." Green (1972: 556) suggested that it be "best treated as a part of the variable *P. mixta* [complex]." The new species has been described as a cultivar in Hawai'i, *P. mollissima* 'Banana Poka' (Grierson & Green, 1996). They considered it a probable hybrid, suggesting that it is not *P. mollissima* but that "it now seems probable that it arose in the wild by introgressive hybridization between this species and some other" (Grierson & Green, 1996: 92–93, pl.). We have observed *P. tarminiana* almost everywhere in the Colombian highlands, as well as in the Andes of Venezuela, southern Ecuador, and Peru, consistently with distinct phenotypic traits (see Table 1). Plants grown from seeds show no segregation for these phenotypic traits, which would not be the case with a hybrid. Recent morphological and

Table 1. Morphological comparison of three common or cultivated species of *Passiflora* subg. *Tacsonia*. Lettered numbers refer to the *R.H.S. Colour Chart* (1966).

	<i>P. tarminiana</i>	<i>P. tripartita</i>	<i>P. mixta</i>
Stem	Terete	Terete	Sub 5-angular
Leaf pubescence	Absent or nearly so on upper surface, moderate on lower surface	Var. <i>mollissima</i> : dense on both sides; other varieties: variable, often glabrous at least on upper surface	Absent on upper surface, often absent to rarely dense on lower surface
Stipules	Small (4–7 mm long, 2–3 mm wide), subreniform, denticulate or serrulate, deciduous	Medium (6–12 mm long, 13–19 mm wide), reniform, serrulate to serrate, persistent	Medium to large (6–20 mm long, 12–30 mm wide), reniform, dentate or serrate, persistent
Peduncle	Slender, variable in length, flower pendent	Slender, short, flower pendent	Stout, variable in length, flower half-pendent to erect
Bracts	United $\frac{1}{2}$ their length or more	United $\frac{1}{2}$ their length or more	United $\frac{3}{4}$ their length or more
Corolla color	Light pink (red-purple group, 57D, 66D, 74D, 75A/B/C), very rarely white	Pink to magenta (red-purple group, 57C/D, 62A, 65A, 66C–D, 68B, 70D for var. <i>mollissima</i> , 53B for var. <i>azuayensis</i> Holm-Nielsen & Jørgensen, 58B for var. <i>tripartita</i>)	Light pink to bright red (most often red/orange-red group, 39A, 42A, 50A, 51B, 52B, 54A, 54B, 55A, also red-purple group in southern Colombia and Ecuador, 63C/D, 75B)
Corolla shape	Corolla reflexed	Corolla campanulate	Corolla campanulate
Floral tube/sepal ratio	Tube/sepal length ratio ca. 1.3–1.6	Tube/sepal length ratio ca. 2.4–3.2	Tube/sepal length ratio ca. 1.6–2.6
Nectary chamber	Appreciably wider than floral tube	Slightly wider than floral tube	Slightly wider than floral tube
Fruits	Pericarp yellow, sometimes orange-tinged; arils orange, succulent	Pericarp pale yellow (var. <i>mollissima</i>) to yellow (var. <i>tripartita</i>); arils orange, succulent	Pericarp often green at maturity, sometimes turning yellow; arils gray to orange, scant

isozyme studies have confirmed that *P. tarminiana* is distinct from other common species of subgenus *Tacsonia*, such as *P. tripartita* var. *mollissima*, *P. mixta* L.f., *P. cumbalensis*, and *P. pinnatistipula* Cavanilles (Segura et al., 1998; Villacis et al., 1998).

***Passiflora tarminiana* Coppens & Barney, sp. nov.**

TYPE: Colombia. Valle del Cauca: Tenerife (municipio El Cerrito), under cultivation, 2200–2600 m, 3°43.189'N, 76°04.482'W, 8 Mar. 1999, Coppens IPGRI-AM 72 (holotype, COL; isotypes, AAU, AK, BISH, CUZ, GOET, HUA, IPGRI, K, MEXU, MO, MYF, QCA, QCNE, TEX, US, VALLE, VEN). Figures 1–3. Table 1.

Passiflora mollissima (Kunth) L. H. Bailey cv. 'Banana Poka' Anon., in Grierson & Green, Hawaiian Florilegium, pp. 92–93, pl. 1996.

Haec species a *P. tripartita* var. *mollissima* (Kunth) Holm-Nielsen & P. Jørgensen sepalis et petalis longioribus

perpendicularibus vel reflexis; loculo nectarifero majore; stipulis minoribus acicularibus distinguitur.

Liana, stem cylindrical, bark fibrous; internodes 6–12 cm long; indument canescent, soft to the touch. Stipules acicular, auricular, and aristate, 4–7 × 2(–3) mm (1–3 mm long without the aristate apex), arista 3–4 mm long, early deciduous. Petioles 1.5–4 cm, slightly caniculate adaxially, canescent-ferruginous pubescent with 1 to 4 pairs of adaxial glands. Leaves trilobed, (7–)16(–29) cm wide; lobes ovate, acuminate; margin serrate, central lobe (5.5–)11(–16) × (2.5–)5(–8) cm, lateral lobes (5–)9(–16) × (2.3–)4(–7) cm; lamina moderately lustrous above, glabrescent or scarcely pubescent, trichomes mostly short, mixed with some very long; undersurface canescent-pubescent, the trichomes ferruginous along the nerves. Flowers axillary, solitary, pendent; peduncles 3–10 cm, canescent-pubescent; bracts 3–5 × 2–3 cm, united

halfway, margins entire, ovate, acuminate, nerves yellowish, reticulate venation visible, located 1 cm from hypanthium base; floral tube (including hypanthium) $6-8 \times 0.7-1$ cm, light green outside, whitish inside; nectar chamber semiglobose, 1.4–2 cm wide; operculum reflexed, margin recurved; annulus present; sepals and petals bright pink to light pink, generally 64D or 75A in the *R.H.S. Colour Chart* (1966), one white sport seen, opening perpendicular at anthesis, then becoming reflexed later in the day or on the second day; sepals $4.5-6 \times 1.2-2.5$ cm, oblong, aristate subterminally, awn 3–4 mm; petals 3–6 mm shorter than the sepals; floral tube/sepals length ratio 1.3–1.6; corona reduced to a tuberculate ring at mouth of floral tube, white with purple base; androgynophore 7–10 cm, white; free staminal filaments 2 cm, white; anthers yellow; ovary fusiform, green, pubescent; styles white, stigmas green. Fruit $10-14 \times 3.5-4.5$ cm, fusiform; young fruits canescent, the pericarp dark green with white dots except along the main vascular bundles, the dried styles persistent; during maturation dots disappearing and fruit turning yellow to orange yellow. Seeds asymmetrical, reddish brown when dry, reticulate, acute, cordate; arils orange, sweet, and aromatic.

Figure 2 shows the sites where *P. tarminiana* has been observed or collected in the Andes. Table 1 presents a comparison of *P. tarminiana* with two other similar and common species of the subgenus *Tacsonia*. The most typical traits of *P. tarminiana* are the absent or very reduced pubescence on the upper side of the leaves, the minute stipules that are almost always deciduous, the flower with a smaller floral tube/sepals length ratio, as compared to other similar and common species such as *P. tripartita* (Jussieu) Poiret or *P. mixta*. It is further characterized by reflexed light pink petals, a nectar chamber that is much wider than the floral tube, and a fusiform fruit with small whitish dots that are evenly distributed on the pericarp before maturity, except on the six main vascular strands. In comparison, the other widely cultivated banana passion fruit, *P. tripartita* var. *mollissima*, shows a marked pubescence on both leaf sides, persistent and larger stipules, a bell-shaped corolla, a longer floral tube, and shorter sepals and petals. The fruit of the cultigen *P. tripartita* var. *mollissima* is oblong with round extremities, and uniformly green before maturity (however, *P. tripartita* var. *tripartita* may also show whitish dots on the immature fruit). When both cultigens can be compared in the same orchard, *P. tripartita* var. *mollissima* shows much darker foliage, magenta flowers, and pale yellow

mature fruits. The fruits of *P. tarminiana* are of a deeper yellow to orange color, and their pulp is less aromatic and tart. These differences in shape and color make them easy to recognize.

According to the botanical keys of Colombia and Ecuador, *P. tarminiana* would key out to species with broadly ovate-reniform or auriculate and denticulate stipules and pendent peduncles, near *P. cumbalensis* and *P. tripartita* (*P. mollissima* in Escobar, 1988). Our new species can easily be distinguished from either of these species by the size and duration of the stipules and the widening of the nectar chamber. Leaf pubescence is not useful to discriminate *P. tarminiana*, as both *P. cumbalensis* and *P. tripartita* show variation for this trait. In Colombia, because *P. tarminiana* had not been described as a distinct species, and because it is sometimes named “curuba quiteña” or “curuba ecuatoriana,” some researchers confused it with *P. tripartita* var. *tripartita*, from Ecuador. This confusion is sometimes found in the “gray literature” (research reports and student theses, e.g., Sañudo & Jurado, 1990).

Confusion with *P. tripartita* var. *mollissima* or with supposed hybrids is frequent in the horticultural, weed science, and fruit culture literature. Pictures of flowers and fruits of *P. tarminiana* are frequently presented as those of *P. tripartita* var. *mollissima* (e.g., Vanderplank, 1996; Ulmer & Ulmer, 1997; Wagner et al., 1999). Sorting out these two species is of special concern to biological control of invasive species programs, where host specificity determines which controls may be used and may have broad implications for conservation policy (see Waage et al., 1981; Chacón & Hernandez, 1981).

As commonly observed in the subgenus *Tacsonia*, *P. tarminiana* hybridizes easily with other species of the subgenus. The hybrids with *P. mollissima* and *P. mixta* are fertile and show intermediate phenotypes (Coppen, pers. obs.). Hybrid seeds have also been obtained with *P. cumbalensis* (J. F. Restrepo, pers. comm.).

Passiflora tarminiana is adapted to a wide range of elevations as compared to other species of subgenus *Tacsonia* growing at tropical latitudes. It may be cultivated from about 2000 m up to more than 3000 m. In comparison, *P. tripartita* var. *mollissima* is not well adapted under 2400 m. As in *P. tripartita* var. *mollissima*, the fruits of *P. tarminiana* grow larger at higher elevations. *Passiflora tarminiana* seems to be more resistant to fungi. La Rosa (1984) reported widespread lesions of *Alternaria* and *Colletotrichum* fungi on the fruits in Hawai'i, but we have never observed conidia on its leaves or a sig-

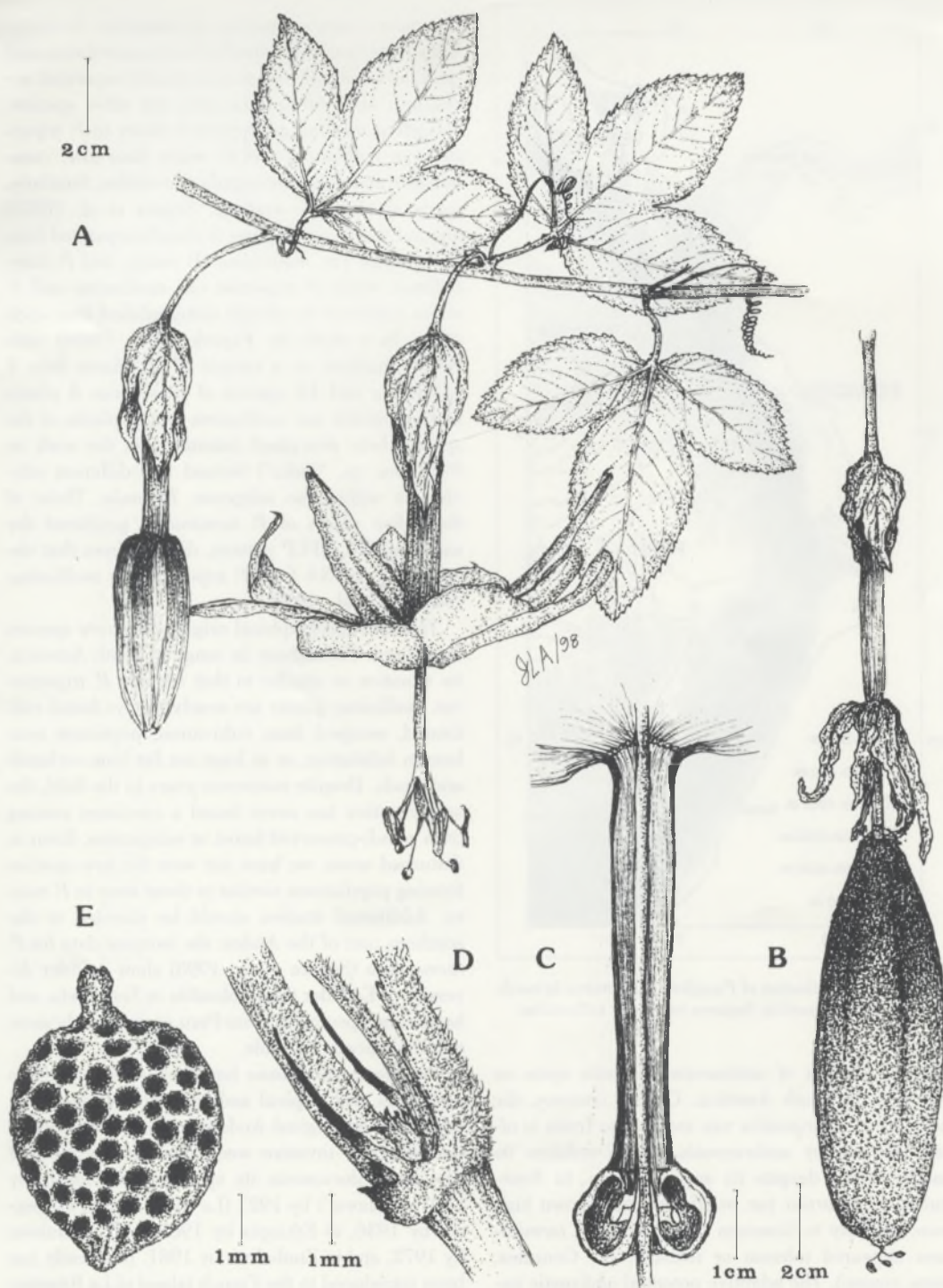


Figure 1. *Passiflora tarminiana* Coppens & Barney. —A. Habit with bud and flower at anthesis. —B. Fruit. —C. Longitudinal section of hypanthium and floral tube showing nectary chamber, operculum, and reduced corona. —D. Node showing stipules. —E. Seed. All drawn from the plants of the type collection.

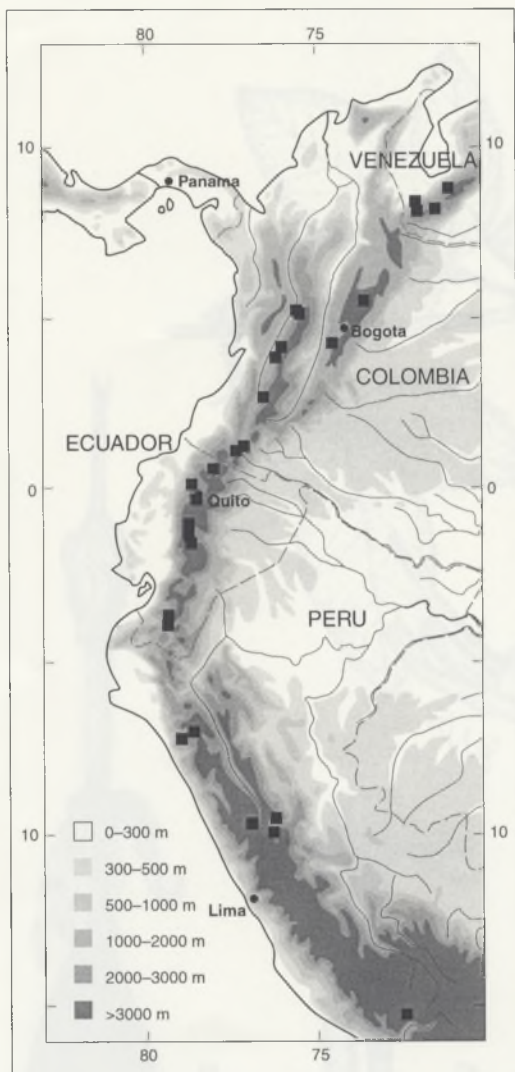


Figure 2. Distribution of *Passiflora tarminiana* in northwestern South America. Squares represent collections.

nificant number of anthracnose necrotic spots on its fruits in South America. On the contrary, the pericarp of *P. tripartita* var. *mollissima* fruits is often affected by anthracnosis, which reduces its market value despite its superior taste. In Venezuela, *P. tripartita* var. *mollissima* has shown high susceptibility to fusarium blight while *P. tarminiana* appeared tolerant or resistant (E. González, pers. comm.). The adaptive potential and rustic nature of *P. tarminiana* have probably been key factors in its conquest of new habitats in New Zealand and Hawai'i where it is reported as a noxious weed (La Rosa, 1984).

Villacis et al. (1998) studied morphological variation in an Ecuadorian field collection including

the most common species of subgenus *Tacsonia*. The cluster analyses based on both quantitative and qualitative morphological data clearly separated accessions of *P. tarminiana* from the other species. *Passiflora tarminiana* appeared closer to *P. tripartita* var. *mollissima* and *P. mixta* than to *P. cum-balensis* and *P. pinnatistipula* Cavanilles. Similarly, using six isozyme systems, Segura et al. (1998) showed that *P. tarminiana* is clearly separated from *P. tripartita* var. *mollissima*, *P. mixta*, and *P. cum-balensis*, while *P. tripartita* var. *mollissima* and *P. mixta* could not be clearly distinguished from each other. In a study by Fajardo et al. (1998) with RAPD markers on a sample of 52 plants from 7 subgenera and 14 species of passifloras, 8 plants of *P. tripartita* var. *mollissima* and 5 plants of the species here described (identified in the work as *Passiflora* sp. "india") formed two different sub-clusters within the subgenus *Tacsonia*. Three of these five plants of *P. tarminiana* produced the same cpDNA RFLP pattern, distinct from that obtained on cpDNA from *P. tripartita* var. *mollissima* (Sánchez et al., 1999).

The exact geographical origin of the new species is obscure. Throughout its range in South America, its situation is similar to that seen in *P. tripartita* var. *mollissima*: plants are nearly always found cultivated, escaped from cultivation, persistent near human habitation, or at least not far from orchards and roads. Despite numerous years in the field, the senior author has never found a specimen coming from a well-preserved forest or subparamo. Even in disturbed areas, we have not seen the new species forming populations similar to those seen in *P. mixta*. Additional studies should be directed to the southern part of the Andes: the isozyme data for *P. tarminiana* (Segura et al., 1998) show a wider diversity in Ecuador than Colombia or Venezuela, and herbarium specimens from Peru seem slightly more morphologically variable.

Passiflora tarminiana has been introduced into numerous cool tropical and tropical montane areas other than its original Andean range, in some cases becoming an invasive weed. Our examination of exsiccatae documents its spread to California by 1907, to Hawai'i by 1921 (La Rosa, 1984), to Mexico by 1936, to Ethiopia by 1967, to New Guinea by 1972, and to Zimbabwe by 1981. It recently has been introduced to the French island of La Réunion at elevations over 700 m (C. Lavigne, pers. comm.).

Most of the paratypes cited below are in small herbaria not registered with *Index Herbariorum*, and their abbreviations are italicized to distinguish them from approved herbarium acronyms. These abbreviations, *INIA*, *INIAP*, *IPGRI*, and *CIRAD*-



Figure 3. Color photos of the type collection plants, *Coppens IPGRI-AM 72*.—A. Habit of flowers, buds, and immature fruits. —B. Longitudinal section of flower showing interior of floral tube and nectary chamber; extra flap of tissue seen on left wall of nectary chamber is an artifact from sectioning. Bracts have been separated for clarity. —C. Shoot tip showing underside of leaves and distally valvate bracts completely enclosing young buds. —D. Mature fruits, one sectioned to show arils and seeds.

FLHOR/IPGRI, correspond to the following institutions: **INIA**—Instituto Nacional de Investigación Agraria, Perú, Casilla 2791, Lima 1, Perú; **INIA-P**—Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, Ecuador, C.P. 17-01-340, Quito, Ecuador; **IPGRI**—International Plant Genetic Resources Institute, IPGRI-AM, oficina para las Americas c/o CIAT, A.A. 6713, Cali, Colombia; **CIRAD-FLHOR/IPGRI**—field germplasm collections in Tenerife, Colombia, maintained by CIRAD-FLHOR/IPGRI Project for Neotropical Fruits, address above.

Paratypes. COLOMBIA. **Cauca:** Silvia, Barney IPGRI-AM-14 (IPGRI). **Valle del Cauca:** Barragán, 4°01.52'N, 75°53.54'W, 2900 m, Coppens & S. Segura IPGRI-AM-3 (IPGRI); Tenerife (municipio El Cerrito), under cultivation, 2200–2600 m, 3°43.189'N, 76°04.482'W, same plants as type, Coppens & Barney IPGRI-AM 2 (IPGRI, MO). ECUADOR. **Carchi:** S of Tulcán, 0°30.52'N, 77°54.05'W, 2690 m, Coppens & Barney IPGRI-AM-13 (IPGRI). **Chimborazo:** Volcán Chimborazo, Barney IPGRI-AM-8 (IPGRI); Riobamba, Qufmiag, 2650 m, C. Tapia & J. Veldsquez CS-070 (INIAP). **Loja:** Santiago, 3°47.38'S, 79°17.38'W, 2450 m, Coppens IPGRI-AM-10 (IPGRI); Saraguro, San Lucas, 2550 m, C. Tapia & E. Morillo CTEM-040 (INIAP). **Pichincha:** cultivada, Parroquia Calacali, Reserva Geobotánica Pululahua, 0°05'N, 78°30'W, Cerón & Cerón 2740 (MO); 0°22'S, 78°25'W, 2650 m, Coppens & Barney IPGRI-AM-12 (IPGRI); Unchibamba, S of Quito, 1°07.85'S, 78°35.32'W, 2610 m, Coppens & Barney IPGRI-AM-11 (IPGRI); Rumiñahui, Iasa, 0°22'S, 78°25'W, 2650 m, N. Mazón & B. Elizalde NMO-038 (INIAP). **Tungurahua:** Ambato, 1°22.02'S, 78°36.21'W, 2500 m, Barney IPGRI-AM-9 (IPGRI); Baños, 2680 m, Coppens IPGRI-AM-4 (IPGRI). PERU. **Arequipa:** Tuhuna, 15°39'06"S, 72°28'09"W, 2545 m, L. Rios, J. Medina & L. López INIA-PRONARGEB 230 (INIA). **Cajamarca:** Barrio Santa Elena, 7°17'51"S, 78°51'56"W, 2730 m, L. Rios, J. Medina & L. López INIA-PRONARGEB 170 (INIA); alrededores de Guzmango, Prov. Contumazá, 2600–2700 m, Sagástegui A. 122 (US). **Huánuco:** Chinchao, 9°72'72"S, 76°09'68"W, 2650 m, L. Rios, J. Medina & L. López INIA-PRONARGEB 101 (INIA), 2480 m, L. Rios, J. Medina & L. López INIA-PRONARGEB 104 (INIA); Soldado Ucra, 9°80'90"S, 76°80'00"W, 3200 m, L. Rios, J. Medina & L. López INIA-PRONARGEB 113 (INIA); Conchamarca, 10°03'99"S, 76°20'35"W, 2490 m, L. Rios, J. Medina & L. López INIA-PRONARGEB 116 (INIA); La Libertad-Ting, 10°01'56"S, 76°17'00"W, 2820 m, L. Rios, J. Medina & L. López INIA-PRONARGEB 118 (INIA); Quilacocha, 10°01'56"S, 76°17'00"W, 2820 m, L. Rios, J. Medina & L. López INIA-PRONARGEB 120 (INIA). VENEZUELA. **Mérida:** Mucuruba, 8°09.46'N, 71°20'W, 2000 m, E. González & Barney IPGRI-AM-6 (IPGRI). **Táchira:** Betania, Villa Paez, 7°31'0"N, 72°26'W, 2000 m, E. González & Barney IPGRI-AM-5 (IPGRI); Pueblo Hondo, 8°15.19'N, 71°53.07'W, 2500 m, E. González & Barney IPGRI-AM-7 (IPGRI).

Representative specimens. ETHIOPIA. Alemaya, cultivated, Westphal & Westphal-Stevens 494 (MO). MEXICO. **Distrito Federal:** cultivated at El Rosario, MacDaniels 635 (BH). **Michoacán:** desv. a San José del Rincón carr.

Angango-Villa Victoria, Soto & Ramírez 1496 (MEXU, MO). **Morelos:** Mpio. Huitzilac, H. Hernández 16 (MEXU); Mpio. Huitzilac, 1.2 km de la Carr. Federal Cuernavaca-México, D.F., rumbo a Zempoala, Luna C. 21 (MEXU, MO). NEW ZEALAND. **North Island:** Mount Albert, Astridge (AK-219103); Wellington, Brownsey (AK-152731); Titirangi, Cameron (AK-221386); Grafton Gully, Cameron (AK-221519); Waiheke Island, Cameron 7524 (AK-229217); Swanson, Cameron 9458 (AK-236385); Paihia, Cumber (AK-116173); Mount Albert, Dingley (AK-122719); Palmerston, Esler (AK-173113); Mount Albert, Esler (AK-219104), Esler (AK-219109); Kerikeri, Esler (AK-219107); Wood Bay, Esler (AK-219108); between Nelson City and Whakapuaka, Healy 74/80 (MO); Waitemata, Mackinder (AK-162676); Tutukaka and Mapouriri, Newfield (AK-212296); Epsom, J. Reid (AK-116084); Motuihe, Sikes (AK-220536); Buller, Karamea, near Karamea, Sykes 10/85 (MO); Hokianga, Wright 912 (AK-138965); Waitemata, Wright 1657 (AK-140997); Mount Albert, B. Young (AK-114204), B. Young (AK-114205), B. Young (AK-116172), B. Young (AK-117558); Titirangi, B. Young (AK-116171), B. Young (AK-117563); Otahuhu, G. Young (AK-116164). **South Island:** Port Hills, Sikes (AK-225281); Punakaiki, B. Young (AK-117584), B. Young (AK-221387). PANAMA. **Chiriquí:** carr. hacia la cima del Volcán Barú, Montenegro 1630 (MO). PAPUA NEW GUINEA. **New Guinea:** Eastern Highlands, Mount Wilhelm near Iwam Pass, Takeuchi 5898 (MO). U.S.A. **California:** cultivated "in Southern California," Boughton 242 (US); Golden Gate Park, San Francisco, Wight 1806 (MO). **Hawaii:** Hwy. 550 along Waimea Canyon, mile 14 near NASA tracking station, Croat 44833 (MO); Kaua'i, rd. to Kumuwela Lookout, Crosby & Anderson 1496 (DUKE); Hawai'i, Muana Kea, Degener et al. 20354 (MO); Kaua'i, near Kokee Ranger Station, Degener & Degener 35181 (MO); Hawai'i, Puna, Hawai'i Volcano National Park, Degener & Degener 35183 (MO); Kaua'i, Henrickson 4034 (NCU); Hawai'i, Puna district, land of Olua, D. Horbst (MYF-459); Kaua'i, Waimea District, Na Pali-Kona Forest Reserve, Makaha Valley, Lorence 5221 (MO); Kaua'i, Pu'u Hinahina Lookout, Waimea Canyon, Thorne & Zupan 10153 (MO); Hawai'i, Muana Kea road by Douglass Monument, Trujillo s.n. (MO); Hawai'i, North Kona, Puuwaawaa, Webster & Wilbur 1853 (DUKE). ZIMBABWE. Distr. Inyanga, Inyanga Downs, naturalized in Kloof, near sawmill, Geddes s.n. (MO).

Numerous germplasm collections of the new species from five departments in Colombia and one in Ecuador are presently maintained at **CIRAD-FLHOR/IPGRI**.

Acknowledgments. This research has been partly funded by Colciencias through the project 1203-12-097-98: "conservación y utilización de los recursos genéticos de pasifloras." The authors thank S. Tillett (MYF), Elide Gonzalez (FONAIAP), Jaime Estrella and Nelson Mazón (INIAP), Jorge Vega (Universidad Técnica de Ambato), Llermé Ríos (INIA), and C. Lavigne (CIRAD-FLHOR) for helping in collecting or by providing herbarium material, Luigi Guarino (IPGRI) for mapping the distribution of the species, and Sophie Primot and Vincent Rioux for gathering morphological data for

Table 1. The botanical illustration was executed by Jairo Larahondo Aguilar.

Literature Cited

- A. A. A. (Asistencia Agroempresarial Agribusiness). 1992. Manual técnico del taxo. Editorial Ecuador, Quito.
- Campos, T. C. 1992. El cultivo de la curuba (*Passiflora mollissima* (HBK) Bailey) en Colombia. *Acta Hort.* 310: 215–229.
- Chacón, P. & M. R. de Hernandez. 1981 [1982]. Immature stages of *Odonna passiflorae* Clarke (Lepidoptera: Oecophoridae): Biology and morphology. *J. Res. Lepidoptera* 20: 43–45.
- Escobar, L. K. 1980. Interrelationships of the Edible Species of *Passiflora* Centering around *Passiflora mollissima* (H.B.K.) Bailey subgenus *Tacsonia*. Ph.D. Thesis, University of Texas, Austin.
- . 1988. Monografía No. 10. Passifloraceae. *Passiflora*. Subgéneros: *Tacsonia*, *Rathea*, *Manicata* & *Distephana*. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.
- Fajardo, D., F. Angel, M. Grum, J. Tohme, M. Lobo, W. M. Roca & I. Sánchez. 1998. Genetic variation analysis of the genus *Passiflora* L. using RAPD markers. *Euphytica* 101: 341–347.
- Green, P. S. 1972. *Passiflora* in Australasia and the Pacific. *Kew Bull.* 26: 539–558.
- Grierson, M. & P. S. Green. 1996. A Hawaiian Florilegium: Botanical Portraits from Paradise. National Tropical Botanical Garden, Lawai, Kaua'i, Hawai'i.
- Holmgren, P. K., N. H. Holmgren & L. C. Barnett (Editors). 1990. Index Herbariorum Part I: The Herbaria of the World. *Regnum Veg.* 120.
- Holm-Nielsen, L. B., P. M. Jørgensen & J. E. Lawesson. 1988. 126. Passifloraceae. No. 31. *Flora of Ecuador*. Berlings, Arlöv, Copenhagen, Denmark.
- Jaramillo, A. 1957. Primeros resultados de un ensayo sobre el cultivo de la curuba (*Passiflora* spp.). *Agricultura Tropical* 13(5): 301–308.
- La Rosa, A. M. 1984. The biology and ecology of *Passiflora mollissima* in Hawaii. Cooperative National Park Resources Studies Unit. Technical Report 50.
- Pérez Arbeláez, E. 1978. Plantas útiles de Colombia. Litografía Arco, Bogotá, Colombia.
- R.H.S. Colour Chart. 1966. Royal Horticultural Society, London.
- Sánchez, I., F. Angel, M. Grum, M. C. Duque, M. Lobo, J. Tohme & W. Roca. 1999. Variability of chloroplast DNA in the genus *Passiflora* L. *Euphytica* 106: 15–26.
- Sañudo, B. & D. Jurado. 1990. Búsqueda de fuentes de resistencia a enfermedades fungosas de la curuba en Nariño. *Ascoli informa* 16(1): 3.
- Segura, S. D., G. Coppens d'Eeckenbrugge & P. Ollitrault. 1998. Isozyme variation in five species of *Passiflora* subgenus *Tacsonia* and *Passiflora manicata*. *Proc. Interamerican Soc. Trop. Hort.* 42: 260–266.
- Ulmer, T. & B. Ulmer. 1997. Passionsblumen: Eine faszinierende Gattung. Pp. 5–384. Laupenmühlen Druck, Witten.
- Vanderplank, J. 1996. *Passion Flowers*. Cassel, London.
- Villacis, L. A., J. Vega, M. Grum & G. Coppens d'Eeckenbrugge. 1998. Morphological characterization of Andean passifloras (*Passiflora* spp.) from Ecuador. *Pl. Genet. Res. Newsl.* 115: 51–55.
- Waage, J. K., J. T. Smiley & L. E. Gilbert. 1981. The *Passiflora* problem in Hawaii: Prospects and problems of controlling the forest weed *P. mollissima* [Passifloraceae] with Heliconiine butterflies. *Entomophaga* 26: 275–284.
- Wagner, W. L., D. A. Herbst & S. H. Sohmer. 1999. Manual of the Flowering Plants of Hawai'i. Rev. ed., vol. 2: 989–1919. Univ. Hawai'i Press/ Bishop Museum Press, Honolulu.
- Young, B. R. 1970. Identification of passionflowers in New Zealand (Dicotyledones: Passifloraceae). *Rec. Auckland Inst. Mus.* 7: 143–169.

Kluwer Academic Publishers

Miranda Dijkman

Editorial Office GRES

MEMORIAS

COMITADO DE INVESTIGACIONES Y
DESENVOLUPAMIENTO EN
CIENCIAS Y TECNOLOGIA



INSTITUTO
NACIONAL



CONSEJO NACIONAL



SECRETARIA



INSTITUTO
NACIONAL



**VARIACION GENETICA DE TRES ESPECIES DE
CURUBAS Y SUS HIBRIDOS (*Passiflora tripartita* var.
mollissima, *Passiflora tarminiana* y *Passiflora mixta*) EN
EL VALLE DEL CAUCA**

Sophie Primot.¹

Vincent Rioux.¹

Geo Coppens d'Eeckenbrugge.¹

John A. Ocampo Pérez.¹

La variación entre 18 accesiones de curubas cultivadas y silvestres del Valle del Cauca fue estudiada en las tres principales especies, *P. tripartita* var. *mollissima* (curuba de castilla), *P. tarminiana* (curuba india) y *P. mixta* (curuba de monte) y 11 accesiones de sus híbridos, usando el análisis de componentes principales y el método de clasificación del vecino más próximo en 105 caracteres cualitativos y cuantitativos. Cinco componentes explican 73% de la varianza total. Los tres primeros están relacionados respectivamente con el tamaño de la estipula y de la flor; la forma del tallo, la pubescencia y la orientación de la flor; y el tamaño de los órganos de la planta. Las clasificaciones sobre los caracteres cualitativos y cuantitativos muestran una clara agrupación por especie. Los híbridos ocupan una posición intermedia entre los genitores. La posición de ciertos individuos de *P. mixta* sugiere una introgresión entre esta especie y *P. tripartita* var. *mollissima*. Los primeros análisis del fruto muestran también características intermedias en cuanto a tamaño, forma, color, sabor y tolerancia a la antracnosis.

Palabras claves: caracteres, clasificación, varianza.

¹ sprimot@hotmail.com, CIRAD-FLHOR/IPGRI

¹ sarothamnus@yahoo.com, CIRAD-FLHOR/IPGRI

¹ g.coppens@cgiar.org, CIRAD-FLHOR/IPGRI

¹ ocampo.john@voila.fr, CIRAD-FLHOR/IPGRI

Coppens, Geo

From: VIII Congreso Latinoamericano de Botánica [congrbot@ciencias.unal.edu.co]
Sent: Wednesday, June 05, 2002 6:40 PM
To: g.coppens@cgiar.org; mariatriv@hotmail.com; john.ocampo@voila.fr;
criola@colombia.com; creuci@hotmail.com
Subject: Aceptacion de resumen e invitacion VIII CLB - II CCB

Bogotá, D.C., 5 de junio de 2002

G. Coppens d'Eeckenbrugge¹, M.T. Restrepo V. ¹, J.A. Ocampo P. ¹, F. Garcin¹, C. Olaya A. ¹, L.C. Farfán O. ¹, J. Vega², V. Rioux¹, F. Barrera S. ¹, J. Petersen¹, L. Guzmán³, S. Primot¹, P. Quispe⁴, C.M. Caetano¹. ¹CIRAD-FLHOR/IPGRI, c/o CIAT, A.A. 6713, Cali, Colombia ; g.coppens@cgiar.org ;mariatriv@hotmail.com ;john.ocampo@voila.fr ;criola@colombia.com ;creuci@hotmail.com.
²Universidad Técnica de Ambato, Ambato, Tungurahua, Ecuador.
³Centro de Investigaciones Fitogenéticas Pairumani, La Paz, Bolivia.
⁴INIA, Estación Experimental Urubamba, Cuzco, Perú.

Apreciados colegas:

Nos es grato informarles que su resumen titulado "Diversidad morfológica en Passiflora subgéneros Tacsonia y Manicata" ha sido aceptado por el Comité Científico para ser presentado durante el VIII Congreso Latinoamericano de Botánica & II Congreso Colombiano de Botánica.

En vista de lo anterior, tenemos el gusto de reiterarles la invitación para que participen en el Congreso. Su presencia será muy importante para alcanzar los objetivos del evento. Oportunamente les informaremos sobre la fecha y la hora de la presentación de su poster.

En este momento el Comité Organizador no cuenta con recursos económicos para apoyar su asistencia. Sin embargo, confiamos en que Ustedes puedan obtener fondos de otras fuentes.

Esperamos verles en Cartagena de Indias.

Atentamente,

Dr. ENRIQUE FORERO

Presidente, VIII Congreso Latinoamericano de Botánica
Presidente, Asociación Latinoamericana de Botánica

Diversidad morfológica en *Passiflora* subgéneros *Tacsonia* y *Manicata*

G. Coppens d'Eeckenbrugge¹, M.T. Restrepo V.¹, J.A. Ocampo P.¹, F. Garcin¹, C. Olaya A.¹, L.C. Farfán O.¹, J. Vega², V. Rioux¹, F. Barrera S.¹, J. Petersen¹, L. Guzmán³, S. Primot¹, P. Quispe⁴, C.M. Caetano¹.

¹CIRAD-FLHOR/IPGRI, c/o CIAT, A.A. 6713, Cali, Colombia ;

g.coppens@cgiar.org ;mariatriv@hotmail.com ;john.ocampo@voila.fr ;criola@colombia.com ;creuci@hotmail.com.

²Universidad Técnica de Ambato, Ambato, Tungurahua, Ecuador.

³Centro de Investigaciones Fitogenéticas Pairumani, La Paz, Bolivia.

⁴INIA, Estación Experimental Urubamba, Cuzco, Perú.

Una muestra de 224 individuos, de *P. tripartita* (incluyendo *P. tripartita* var. *mollissima* y *P. tripartita* var. *tripartita*), *P. mixta*, *P. tarminiana*, *P. cumbalensis*, *P. matthewsii*, *P. luzmarina*, *P. pinnatistipula*, *P. x rosea*, *P. antioquensis*, *P. tenerifensis* y *P. manicata*, provenientes de Venezuela, Colombia, Ecuador, Perú y Bolivia, fueron caracterizados con 67 descriptores cuantitativos y 62 descriptores cualitativos. Los primeros se sometieron al análisis de componentes principales y los ocho factores retenidos se usaron para clasificación. Las 22 variables de mayor aporte fueron categorizadas para unir las a los descriptores cualitativos, y obtener una segunda clasificación. En los dos dendrogramas, *P. manicata* se separa muy claramente de las especies del subgénero *Tacsonia*. Entre éstas, *P. antioquensis*, *P. pinnatistipula* y *P. x rosea*, especies cuyo hipantio es más corto en relación con la corola, ocupan una posición intermedia, separándose de *P. tarminiana*, *P. cumbalensis*, *P. tripartita* y *P. mixta*. Dentro de este grupo, las dos primeras están individualizadas en grupos específicos, mientras las dos últimas forman varios grupos. La diferenciación regional es particularmente marcada en *P. manicata* (accesiones de Colombia, Ecuador y Perú), en *P. tarminiana* (Ecuador), *P. tripartita* var. *mollissima* (Bolivia) y *P. mixta* (Colombia, Ecuador). En el caso de *P. mixta* y *P. tripartita* var. *mollissima*, esta diferenciación regional interfiere con la variación interespecífica y los descriptores cuantitativos permiten la formación de un grupo incluyendo las accesiones ecuatorianas de las dos especies. De manera general, estos resultados concuerdan con la estructuración observada con marcadores isoenzimáticos y marcadores moleculares.

Primer estudio de la meiosis en *Passiflora tripartita* var. *mollissima* (Kunth) Holm-Nielsen & Jorgensen, *Passiflora tarminiana* Coppens & Barney, *Passiflora mixta* y tres de sus híbridos. **Cristian Andrés Olaya Arias¹**, **Creuci Maria Caetano²**, **Geo Coppens d'Eeckenbrugge²**, **Leticia Serna Angel¹**. ¹criola@colombia.com, letisera@col2.telecom.com.co, Universidad de Caldas, Manizales, Caldas; creuci@hotmail.com, g.coppens@cgiar.org, CIRAD-FLHOR/IPGRI, c/o CIAT, A.A. 6713, Cali, Valle del Cauca, Colombia.

Este trabajo define una metodología para observación de cromosomas meióticos, establece las relaciones entre botón floral, antera y fases de la meiosis, y estudia el comportamiento meiótico y la viabilidad del polen en *Passiflora tripartita* var. *mollissima*, *P. tarminiana*, *P. mixta* y tres de sus híbridos. La metodología de corte longitudinal de la teca y tinción con aceto-carmín al 2 % fue la que posibilitó mejores resultados. El mayor intervalo entre los tamaños útiles de la antera se dio para el híbrido *P. tripartita* var. *mollissima* x *P. mixta* (M*C). Se reportó por primera vez el número cromosómico $2n=18$ para *P. tarminiana*. Las otras especies y los híbridos presentaron igual número. Diversas irregularidades fueron observadas, como presencia de univalentes, asincronía en la migración cromosómica, asincronía de fases en meiosis II, micronúcleos, citocinesis aberrante y microcitos. También ocurrieron apareamientos de cromosomas de diferentes tamaños, asociaciones secundarias de los cromosomas en metafase I, diferentes posiciones relativas de los husos llevando a distintos patrones de tetradas, y degeneramiento citoplasmático. Presencia de micronúcleolos en profases y telofases y eliminación citoplasmática y/o cromosómica fueron reportados por primera vez en *Passiflora*. Las irregularidades fueron mas frecuentes en M*C, dando indicios de un menor grado de homología entre sus parentales. Las pruebas de coloración indican alta viabilidad polínica, siendo mayor en híbridos que en parentales. La falta de correspondencia entre frecuencia de irregularidades y viabilidad polínica se explica por la reintegración al núcleo de los cromosomas asincrónicos y por degeneramiento de los microsporocitos mas gravemente afectados.

Anexo 3.

**Material de divulgación para los agricultores del
valle de Tenerife, Valle del Cauca, Colombia**



LA INVESTIGACION EN CURUBAS EN TENERIFE

Las curubas hacen parte de las pasifloras o frutas de la pasión. Todas son de origen andino, encontrándose entre 1800 y más de 3000 metros de altura, desde Venezuela hasta Bolivia y Norte de Chile. Ciertas especies sólo viven en unos valles aislados, por lo cual están en peligro de extinción. Otras son muy comunes en forma silvestre o cultivada.

Colombia es el país que más especies de pasifloras posee en el mundo, lo cual se debe a su gran diversidad de hábitats y climas. Entre ellas, muestra una gran diversidad de curubas, con 21 especies. Varias de ellas se cultivan para consumo casero o para la venta, como la curuba de Castilla que es una fruta importante en el mercado nacional por sus excelentes cualidades.

A pesar de las buenas perspectivas de mercado, se ha avanzado poco en la investigación, para aprovechar el material genético existente en nuestras montañas y mejorar el cultivo. Los primeros trabajos fueron realizados por las doctoras Goudrun Schoeniger (Alemania) en la granja la Botana de la Universidad de Nariño y Linda Albert de Escobar (Estados Unidos) en la universidad de Antioquia, quienes dedicaron mucho tiempo a la investigación dejando grandes resultados. Estos constituyeron puntos de partida para la investigación actual, desarrollada principalmente por CORPOICA en Rionegro (Antioquia), la Universidad Javeriana (Bogotá) y el grupo CIRAD/IPGRI en Palmira. Estos dos últimos grupos colaboran en un proyecto financiado por COLCIENCIAS.

El botánico colombiano Enrique Pérez Arbeláez escribe en 1956, “No sabemos que condiciones o normas haya llevado el cultivo artificial de las pocas pasifloras que se aprovechan hoy en Colombia por sus frutos. Es cierto que son muchas las curubas y granadillas silvestres que se encuentran produciendo frutos no menos valiosos que los cultivados. Su importancia es indudable para mejorar por cruzamiento las curubas o granadillas de cultivo. Esto merecería de nuestra parte un estudio de las especies en que se destaca nuestra flora como una de las más ricas del mundo”.

El proyecto de pasifloras en Tenerife ha sido desarrollado por el grupo CIRAD/IPGRI, en colaboración con universidades nacionales. Se pretende caracterizar nuestras especies y conocer su comportamiento en las condiciones de esta región. Se busca identificar las especies que mejor se adapten a la zona y que muestren potencialidades para el mercado. Durante el proyecto, el doctor Geo Coppens y Vicky Barney realizaron la primera descripción científica de la curuba india (*Passiflora tarminiana*). Se ha tratado de estudiar y caracterizar plantas de especies nativas las cuales se encuentran en peligro de extinción, como es el caso de *P. tenerifensis*, especie que fue descubierta y descrita en este valle por Linda Albert de Escobar. Así los nombres de estas dos especies quedaran siempre asociados a Tenerife.

El grupo CIRAD/IPGRI, trabajando en curubas, está conformado por los doctores Geo Coppens d'Eeckenbrugge (Bélgica) Creuci Maria Caetano (Brasil), los ingenieros agrónomos John Albeiro Ocampo Pérez y María Teresa Restrepo Valencia, en colaboración con estudiantes universitarios.



CURUBA INDIA



Generalidades

Su nombre científico es *Passiflora tarminiana*, conocida también como curuba quiteña. Es la segunda especie en comercialización en los departamentos de Boyacá, Cundinamarca y Santander, después de la curuba de Castilla. Se caracteriza por tener tallos redondos o subangulados, hojas más claras, glabras por al haz y vellosas por el envés. Sus flores son péndulas de color rosado claro, con los pétalos volteados hacia arriba. El fruto es alargado y delgado, amarillo al madurar, la pulpa es anaranjada y aromática.

En comparación con la curuba de Castilla, el fruto es más liviano, lo que compensa por un mayor número de frutos, su cáscara es de un amarillo más intenso, a veces casi anaranjado; su pulpa es más suave pero menos aromática. La planta y el fruto son resistentes a la antracnosis, razón por la cual es particularmente adaptada al clima de la zona.



Otras ventajas son la mayor duración de su ciclo productivo y su vigor vegetativo. Reacciona muy bien a la poda, lo que favorece la regeneración del cultivo, aunque los frutos son levemente afectados por *Cladosporium*, un hongo que produce puntos cafés ligeramente levantados.

La investigación ha confirmado que el tipo de curuba india cultivada en Tenerife se adapta bien a la zona, tiene producción excelente y presenta muy buena calidad de fruto en cuanto al tamaño, el cual alcanza una longitud de 14 centímetros y un peso promedio de 110 gramos. Igualmente se ha observado que a mayor altura en metros sobre el nivel del mar el tamaño del fruto es mayor, mientras que a menor altura el tamaño se reduce.

Esta especie fue recientemente descrita científicamente por el doctor Geo Coppens y Vicky Barney, como *Passiflora tarminiana*.



CURUBA DE CASTILLA



Generalidades

Su nombre científico es *Passiflora tripartita* var. *mollissima*, llamada también curuba sabanera blanca en Boyacá; es la curuba más conocida y cultivada en los Andes desde Venezuela hasta Bolivia, entre 2000 y 3600 metros de altura. En estos países toma otros nombres como tacso de Castilla, tumbo, parcha o puru puru. Es una planta vellosa con tallos cilíndricos y hojas trilobuladas. Presenta flores rosadas y péndulas, su fruto es oblongo, amarillo pálido al madurar, blando y aterciopelado. Su pulpa es de color anaranjado, astringente ("manchosa") pero muy aromático. Se utiliza para hacer postres y refrescos y posee cantidades apreciables de vitaminas en particular la A y la C. Es una fruta muy apreciada en el mercado por sus cualidades, pero presenta problemas por su alta susceptibilidad a la antracnosis. Esta enfermedad ha tenido un fuerte impacto en la zona de Tenerife (Valle del Cauca), debido a que las condiciones de humedad de esta región propician el establecimiento y desarrollo del hongo responsable.



Produce en el fruto manchas hundidas de color café. Los ataques más leves deprecian el fruto en el mercado, los más severos provocan deformaciones e impiden totalmente su comercialización. La enfermedad también puede atacar severamente tallos y hojas, reduciendo la vida útil del cultivo.

El principal polinizador de las curubas es el colibrí de pico largo. Su presencia asegura una producción normal en los curubales. El tratamiento de los cultivos, y principalmente la aplicación de insecticidas, produce la muerte a este pajarito tan útil, lo que repercute en caída de flores (erróneamente atribuida a la presencia de insectos), disminución del cuajamiento de los frutos, y pérdida importante de producción.

La investigación ha confirmado que el tipo de curuba de Castilla cultivada en Tenerife es muy puro y su calidad es excelente. Sin embargo es altamente susceptible a la antracnosis, por sus condiciones genéticas como por el impacto desfavorable del clima. Por estas razones, no se puede recomendar como cultivo comercial en este valle. Los productores interesados deberían considerar en su lugar el cultivo de la curuba india.

Anexo 4.

Informe financiero



International Plant Genetic Resources Institute
Oficina Regional para las Américas
c/o CIAT
Apartado Aéreo 6713
Cali, Colombia
Tel: (57-2) 4450048 / 4450049
Email: ciat-ipgri@cgiar.org
Fax: (57-2) 4450096
Web: <http://www.ipgri.cgiar.org/>

IPGRI/AM-0194-2002
Santiago de Cali, 15 Mayo, 2002

Dra. MYRIAM DE PEÑA
Jefe
Programa Nacional de Biotecnología
COLCIENCIAS
Transversal 9A No. 133-28
Santafé de Bogotá

IPGRI
Headquarters
Via delle Sante
Chiese, 142
00145 Rome, Italy

Sub-Saharan
Africa
c/o CPRE
PO Box 30677
Nairobi, Kenya

Asia, Pacific
and Oceania
c/o PO Box 108
UPM Post Office
Serdang, 43400
Selangor Darul Ehsan,
Malaysia

Central, West
Asia and
North Africa
c/o ICARDA
PO Box 5466
Aleppo, Syria

Europe
c/o IPGRI
Headquarters
Via delle Sante
Chiese, 142
00145 Rome, Italy

INISAP
Park Scientifique
Agropolis
34397 Montpellier
Cedex 5, France

Ref: Contrato 384-98
Proyecto: "Conservación y utilización de los recursos genéticos de Passifloras"
Código 1203-12-097-98

Nos permitimos anexar el Informe Financiero Final del proyecto de la referencia a la fecha, para ser presentado a Colciencias.

Para tal efecto anexamos: "Formato único de Movimiento de Ejecución" e "Informe de Ejecución Financiera" debidamente diligenciado de acuerdo a instrucciones en su Guía para la presentación de la ejecución financiera de los proyectos financiados con recursos de Colciencias fechado 2 de Diciembre, 1998.

Esperamos este informe sea de su satisfacción.

Sin otro particular, quedo de usted muy cordialmente.

Geo Coppens
Investigador Principal

Anexo: Lo ind.

c.c. Dr. Ramón Lastra, Director Regional, IPGRI
Dr. Joachin Voss, Director General CIAT



INFORME DE EJECUCION FINANCIERA

Informe No. 02
Período comprendido: Febrero, 1999 a Mayo, 2002

ENTIDAD	CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL	UNIDAD EJECUTORA:	CIAT
TITULO DEL PROYECTO	CONSERVACION Y UTILIZACION DE LOS RECURSOS GENETICOS DE PASSIFLORAS		
	Código	1203-12-097-98	Convenio o Contrato RC No. 384-98

FUENTES RUBROS	Aporte de COLCIENCIAS				Contrapartida		
	Total Aprobado (1)	Total Desembolsado (2)	Total Ejecutado (3)	Ejecutado este Período	Total Aprobado (1)	Total Ejecutado (3)	Ejecutado este Período
1. Personal de la Entidad Contratado p/Proyecto	18,480,000	18,480,000	20,326,667	20,326,667	65,216,000	242,684,973	26,389,587
2. Equipo					2,275,000	2,737,332	2,737,332
3. Materiales	2,500,000	2,500,000	2,506,594	2,506,594	2,281,000	12,831,093	
4. Viajes	2,500,000	2,500,000	1,678,108	1,678,108	11,156,000	13,546,064	
5. Bibliografía					1,100,000	168,586	168,586
6. Software					1,300,000	4,000,000	4,000,000
7. Publicaciones					750,000	1,202,500	1,202,500
8. Servicios Técnicos	8,440,000	8,440,000	7,531,818	7,531,818		920,000	
9. Mantenimiento					2,608,000		
10. Administración					3,420,000	7,231,982	
TOTAL	31,920,000	31,920,000	32,043,187	32,043,187	90,106,000	285,322,630	34,498,006

Preparado por: Adriana Sánchez N

Dr. Geo Coppens
Investigador Principi